Aus der Abteilung Poliklinik für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Plaque und Gingiva unter dem Einfluß chlorhexidinhaltiger Pasten

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
CHRISTOPH GAA
aus Göppingen

1987

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543904_0100

Aus der Abteilung Poliklinik für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Plaque und Gingiva unter dem Einfluß chlorhexidinhaltiger Pasten

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
CHRISTOPH GAA
aus Göppingen

1987

Dekan:	Professor Dr. D. Niethammer
1. Berichterstatter:	Professor Dr. Dr. P. Riethe
2. Berichterstatter:	Professor Dr. H. Weber

Meinen Eltern

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. P. Riethe möchte ich für die Überlassung des Themas, sowie für seine wertvolle und freundliche Unterstützung danken.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Prof. G. Schubring vom Zentrum für Datenverarbeitung. Er führte die statistische Auswertung durch und stand mir stets mit fachkundigem Rat zur Seite.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung....1
2. Allgemeiner Teil....2
2.1 Plaque....2
2.1.1 Definition....2
2.1.2 Plaque-Stoffwechsel und Syntheseleistungen....3
2.2 Zahnreinigung....4
2.3 Zahnbürsten....5
2.3.1 Aufgabe....5
2.3.2 Elektrische Zahnbürsten....5
2.3.3 Handzahnbürsten....6
2.3.4 Begriffe....6
2.3.5 Anforderungen....7
2.4 Zahnputztechniken....11
2.5 Zahnpasten....12
2.5.1 Putzkörper....12
2.5.2 Feuchthaltemittel....14
2.5.3 Bindemittel....15
2.5.4 Konservierungsmittel....15
2.5.5 Oberflächenaktive Stoffe....15
2.5.6 Aromastoffe....16
2.5.7 Wirkstoffe....16
3. Spezieller Teil....20
3.1 Material und Methode....20
3.1.1 Untersuchungsziel....20
3.1.2 Zahnpaste....20
3.1.3 Zahnbürsten....21
3.1.4 Probanden....21
3.1.5 Methode....21
3.1.6 Die Indices....22
3.1.6.1 Gingiva-Index (GI) nach Silness-Löe....22
3.1.6.2 Plaque-Index (PI) nach Silness-Löe (1964)....24
3.1.6.3 Der Sulcus-Blutungsindex (SBI) nach Mühlemann & Son....25

4. Versuchsergebnisse und ihre statistische Auswertung 28
4.1 Versuchsreihe Zahnmediziner 30
4.1.1 Plaque-Index (nach Silness-Löe) 30
4.1.1.1 Absolutwerte 30
4.1.1.2 Veränderungen 31
4.1.2 Gingiva-Index nach Silness-Löe 33
4.1.2.1 Absolutwerte 33
4.1.2.2 Veränderungen 34
4.1.3 Sulcus-Blutungsindex (Mühlemann & Son) 36
4.1.3.1 Absolutwerte 36
4.1.3.2 Veränderungen 37
4.2 Versuchsreihe Nicht-Zahnmediziner 39
4.2.1 Plaque-Index (nach Silness-Löe) 39
4.2.1.1 Absolutwerte 39
4.2.1.2 Veränderungen 40
4.2.2 Gingiva-Index nach Silness-Löe 42
4.2.2.1 Absolutwerte 42
4.2.2.2 Veränderungen 43
4.2.3 Sulcus-Blutungsindex (Mühlemann & Son) 44
4.2.3.1 Absolutwerte 44
4.2.3.2 Veränderungen 45
4.3 Vergleich der beiden Versuchsgruppen 47
4.3.1 Plaque-Index 47
4.3.2 Gingiva-Index 49
4.3.3 Sulcus-Blutungsindex 51
5. Diskussion der Ergebnisse 53
6. Zusammenfassung 56
7. Tabellenanhang 57
7.1 Zahnmediziner 58
7.2 Nicht-Zahnmediziner 61
8. Literaturverzeichnis 63

1. Einleitung

Die Behandlung von Karies und parodontalen Erkrankungen nimmt einen beträchtlichen Anteil des jährlichen Sozialproduktes in Anspruch.
Zahlreiche Bemühungen, diese 'Plaque-Krankheiten' (Riethe, 1974) durch Prophylaxemaßnahmen in den Griff zu bekommen, sind seit Erkennen der ersten Zusammenhänge zwischen der Plaque und Karies und den Parodontitiden im Gange.
Bereits im 18. Jahrhundert erkannte Pfaff (zit. n. Miller, 1890) die Notwendigkeit, die Beläge zu entfernen, 'da sie gut anhaften und sich täglich Schleim anhäuft, der die feine Farbe der Zähne ändert, die Schleimhäute angreift und sogar die Verbindung mit den Zähnen zerstört. Die Zähne werden natürlich lose, und ein sehr unangenehmer Geruch verbreitet sich vom Mund aus, der oft dem unschuldigen Magen zugeschrieben wird.'
Auch heute hat sich in der Bevölkerung noch nicht durchgesetzt, die prophylaktischen Möglichkeiten der Mundhygiene voll auszunutzen, jedoch ließ sich in den letzten Jahren ein deutlicher Anstieg verzeichnen. So geben die Bundesbürger pro Jahr etwa 680 Millionen DM für Zahnpasten, Mundwasser, Gebißpflege und Zahnbürsten aus (Riethe, 1980).
Doch die Vielzahl der Produkte löst oft beim Einzelnen Verwirrung aus und deutet darauf hin, daß die optimale Rezeptur für eine Zahnpasta noch nicht entdeckt ist.
Zahnpasten enthalten heute fast ausnahmslos Fluoride, doch auch mit anderen therapeutischen und prophylaktischen Zusätzen wird experimentiert.
Im Rahmen der vorgelegten Arbeit wurde die Wirksamkeit einer Zahnpasta untersucht, die neben Fluorid noch andere Wirkstoffe enthält.

2. Allgemeiner Teil

2.1 Plaque

Der Begriff 'Plaque' wurde erstmals von Black (1898) als 'gelatinous microbic plaques' verwendet, um den weichen Zahnbelag zu beschreiben.

2.1.1 Definition

Plaque zählt zu den zellulär unverkalkten Bestandteilen der Zahnbeläge.
Bakterielle Plaque ist eine weiche, variabel dicke, dicht verfilzte, stumpf-gelblichgraue Auflagerung, die aus verschiedenen Bakterien und einer Matrix (bakterielle Produkte, Speichelkomponenten) besteht. Sie ist das Produkt bakterieller Kolonisierung und Proliferation, daher histologisch strukturiert (meist pallisadenhafte Vertikalstreifung) und haftet (klebt) fest auf der Zahnoberfläche, ist also nur mechanisch, nicht jedoch mit scharfem Wasserstrahl entfernbar. Ihre zum Teil lockeren oberflächlichen Anteile können bei entsprechender Dicke weißlich aussehen, und wurden früher als 'materia alba' bezeichnet.
Die bakterielle Zusammensetzung der Plaque variiert je nach Alter und Lokalisation. Man unterscheidet Glattflächen- und Fissurenplaque von der Marginalen Plaque, die supra- und subgingival auftreten kann. Die Pathohistogenizität variiert mit der Art und Häufigkeit der sie zusammensetzenden Spezies. Nicht jede Plaque ist pathogen (Schröder, 1983).
Von der Plaque sind die zellulär verkalkten Bestandteile als Zahnstein zu unterscheiden.

2.1.2 Plaque-Stoffwechsel und Syntheseleistungen

Werden bestimmte Kohlenhydrate in der Plaque angehäuft, verringert sich der pH-Wert (Stephan, 1940) auf Werte von 5,0 bis 5,5 pH, bei denen Apatit in Lösung geht. Als kritischer Wert wird pH 5,7 angegeben (Blot-Calmy, 1986). Da Plaques zentrale Faktoren für die Entstehung von Karies sind, stellt sich die Frage nach ihren Stoffwechselleistungen und den möglichen Auswirkungen auf den Schmelz. Wissenschaftlich gesichert ist, daß in der Wirkung saurer Metabolite des mikrobiellen Kohlehydratstoffwechsels die wesentliche Voraussetzung für die Entstehung kariöser Defekte in den Zahnhauptsubstanzen zu sehen ist (Westermann, 1986).

Die in der Plaque befindlichen Mikroorganismen sind fähig, Intrazelluläre Polysaccharide (IPS) zu bilden; diese werden gespeichert und stehen als Reservekohlehydrate zur Verfügung. Sie werden zu organischen Säuren abgebaut, wenn die Nahrungszucker fehlen (Riethe, 1985).

Den sogenannten Extrazellulären Polysacchariden (EPS), die vor allem vom Streptococcus mutans produziert werden, werden auch andere Aufgaben zugeschrieben.

Die EPS sind wesentliche Bestandteile der Zahnbeläge und ermöglichen den Streptokokken, sich am Zahnoberhäutchen anzuheften und sich mit weiteren Zellen zu verbinden, so daß diese nicht vom Speichel weggespült werden können. In dieses Netzwerk hinein werden auch andere Mikroorganismen ohne die Fähigkeit zur EPS-Bildung eingebunden. Auf diese Weise entwickelt sich die Plaque und wächst, zusammengehalten durch die EPS (Trautner, 1982).

Weiterhin ist ein Proteinstoffwechsel in der Plaque bekannt, von dem jedoch vergleichsweise wenig Untersuchungen vorliegen. Begründet wird dies v.a. darin, daß der Schwerpunkt aller karies-ätiologischen Betrachtungen vom Kohlenhydratstoffwechsel mit der Bildung demineralisierender Säuren ausgeht (Bößmann, 1979).

2.2 Zahnreinigung

Neben Zahnbürste und Zahnpaste wurden Instrumente und Apparate entwickelt, die neben Zahnreinigung und Zahnfleischmassage mit der Bürste vor allem die Hygiene der schwer zugänglichen Interdentalregion unterstützen:

1. Zahnstocher (aus Balsaholz)
2. Zahnseide (gewachst oder ungewachst)
3. Pfeifenreiniger (bzw. Wollfaden)
4. Gazestreifen
5. Polierstreifen (unter Zuhilfenahme von Zahnpasta)
6. Spezialbürsten
7. Denticatoren (bei freiliegendem Interdentalraum)
8. Gummikelche (zur Massage der Gingiva)
9. Mundduschen
10. Mundspülen
11. Mundwasser
12. Speicheltreibende Mittel (Silagogues)
13. Kaugummi

(Riethe, 1974, Schlegel, 1977).

Außerdem bestehen noch verschiedene natürliche Zahnreinigungsmechanismen:

Stark vermindert hat sich die natürliche Selbstreinigung des Gebisses durch unsere kohlenhydratreiche Ernährungsweise (Riethe, 1974). Jedoch werden dem Speichel bestimmte physiologische Reinigungsmechanismen zugeschrieben. So soll der Speichel durch seine Pufferwirkung der pH-Senkung entgegenwirken, welche die Lösung mineralischer Bestandteile des Gebisses verursacht.

Einen weiteren Beitrag liefern die Kalzium-, Phosphat- und Fluor-Ionen, die die Löslichkeit des Schmelzapatits verringern und eine Remineralisation der primären Läsionen ermöglichen.

Weniger deutlich ist die antibakterielle Aktivität des Speichels. Neben Aminoglobulinen, deren Wirkung im Mund

noch unklar ist, kommen zwei antibakterielle Faktoren im Speichel vor. Einmal das Lysozym, welches Zellwände bestimmter Mikroorganismen aufzulösen vermag und die Zelle lysiert.
Ein weiteres System besteht aus Lactoperoxidase und den Cofaktoren Thyocyanat und Wasserstoffsuperoxyd. Es wurde festgestellt, daß dadurch die Säurebildung und das Wachstum einiger laktatbildenden Mikroorganismen gehemmt werden (Rotgans, 1978, 1979).

2.3 Zahnbürsten

2.3.1 Aufgabe

Die Aufgabe der Zahnbürste besteht in der Entfernung von unverkalkten Ablagerungen und Nahrungsrückständen auf der Zahnoberfläche und der Massage des Zahnfleisches. Man unterscheidet zwischen der Handzahnbürste und der elektrischen Zahnbürste.

2.3.2 Elektrische Zahnbürsten

Kleine Elektromotoren, die meist im Griff eingebaut sind, veranlassen die auswechselbaren Bürstenköpfe, verschiedene Bewegungen auszuführen. Hier gibt es drei verschiedene Bewegungsmuster:

- Auf und Ab Schwingbewegung
- Vor und Zurück der Länge nach
- Rotation

Untersuchungen zeigten, daß hiervon die Auf-und-Ab Schwingbewegung die effektivste darstellt (Riethe, 1965, 1974). Jedoch erscheint die Anschaffung einer elektrischen Zahnbürste für den Gesunden, manuell Geübten unnötig, da mit einer Handzahnbürste und einer guten Putztechnik derselbe oder sogar ein besserer Reinigungseffekt erzielt werden kann. Einige Autoren bestätigen der elektrischen

Zahnbürste Vorteile gegenüber der Handzahnbürste im Bereich der Behindertenkörperpflege und bei Kindern (Green et al., 1962; Vowles, 1963; Conroy et al., 1966; Gertenrich und Lewis, 1967).

2.3.3 Handzahnbürsten

Die Zahnbürste darf zweifellos als das wichtigste Utensil zur Erzielung einer optimalen Zahn- und Mundhygiene angesehen werden. Leider sind auch noch heute Fabrikate im Handel, die auf Grund ihrer Bauart ihren Zweck nur unbefriedigend erfüllen (Gülzow, 1978).
Das Deutsche Institut für Normung e.V., Berlin, hat im DIN-Entwurf 13917, Teil 1 (1979) und in dessen Revision (1985), Begriffe, Maße und Anforderung einer Zahnbürste klar definiert.
So besteht eine Zahnbürste aus Griff, Bürstenkopf, Bürstenfeld, Besteckungsfeld, Bündel und Besteckung.

2.3.4 Begriffe

Griff:
Der Griff ist der Teil der Zahnbürste, der zum Fassen der Bürste dient.
Bürstenkopf:
Der Bürstenkopf ist der Teil der Zahnbürste, der den Besteckungsträger und die Gesamtheit des Besteckungsmaterials umfaßt.
Bürstenfeld:
Das Bürstenfeld ist diejenige Fläche, die von der Besteckung in Schnitthöhe gebildet wird.
Besteckungsfeld (neu):
Die Fläche, die von der Besteckung auf dem Bürstenkopf gebildet wird.
Bündel:
Das Bündel ist die Zusammenfassung der einzelnen Borsten

oder Monofile.

Besteckung:

Die Besteckung ist die Gesamtheit der Bündel im Bürstenkopf.

2.3.5 Anforderungen

Stiel:

Griff und Bürstenkopf werden in ihrer Gesamtheit Stiel genannt. Der Stiel sollte 130-155 mm für Kinder und 160-180 mm für Erwachsene lang sein. Er wird i.a. aus stoßfestem, hygienisch einwandfreiem Kunststoff hergestellt. Verwendet werden u.a. Polyamid, Polystyrol, Cellidor und Zelluloid. Der Griff bzw. Stiel muß halbflexibel und genügend stark für den zu erfüllenden Zweck sein (Riethe, 1974). Dabei bilden Griff und Kopf eine ebene Fläche, sind kontrawinklig zueinander abgebogen oder bilden einen Winkel zwischen 12 und 17 Grad (Riethe, 1974).

Besteckung

Als Besteckungsmaterialien dienen Kunststoffborsten (Monofile), Naturborsten oder Naturhaare. Naturborsten sind Schweineborsten. Naturhaare sind Pferdemähnen, Dachs- oder Ziegenhaare.

Naturprodukte haben ganz bestimmte physikalische und chemische Eigenschaften: Sie bestehen aus einer Rindensubstanz, die mit einem schuppigen Oberhäutchen versehen ist. Diese Rinde umkleidet einen durch Beschneiden eröffneten Markkanal. Darin befindet sich nach Wasseraufnahme durch Kapillarwirkung ein optimaler Nährboden für Bakterien (Riethe, 1974).

Netuschil et al. fanden in ihren Untersuchungen 3,5-60 mal größere Keimzahlen bei Naturborsten als bei Kunststoffborsten. Nach einer Woche hatte sich die Keimzahl auf Kunststoff verzehnfacht, während Naturborsten von 170 mal mehr Keimen besiedelt waren (Netuschil et al., 1981). Diese

Keime können erwiesener Maßen zu Parodontitiden führen (Schubert, 1963).
Ein weiterer Nachteil der Naturborsten ist die Tatsache, daß Naturborsten in ihrer Breite nicht standardisiert und die Borstenenden nicht abgerundet werden können. Außerdem quellen sie im nassen Zustand, wodurch sie automatisch weicher werden. Diese und weitere Nachteile der Naturborsten lassen diese heute nicht mehr empfehlenswert erscheinen (Sauerwein, 1962; Arnold, 1968; Gülzow, 1978; Riethe, 1974).
Kunststoffborsten zeichnen sich v.a. durch ihre glatte, porenfreie Oberfläche und ihre homogene Struktur aus. Sie sind in ihrer Länge und Dicke exakt produzierbar und es besteht die Möglichkeit, die Borstenenden abzurunden. Sie nehmen praktisch keine Feuchtigkeit auf und geben sich sehr indifferent gegen Luft und Chemikalien. In ihren Werkstoffeigenschaften zeichnen sie sich durch hohe Stabilität, Haltbarkeit, Elastizität und Uniformität aus (McCauley, 1946).
Zur Objektivierung der Borsteneigenschaften wurde von McFarlane (1945) der DEL-factor entwickelt.

$$\text{Steifheit} = \frac{(\text{Durchmesser der Borste})^2 * \text{E-Modul}}{(\text{Länge der Borste})^2}$$

Jedoch wurde später entdeckt, daß Temperatur und Wasseraufnahme diesen Faktor verändern, außerdem läßt er sich nur auf eine einzelne Borste anwenden (Heath et al., 1971). Heute wird durch den Durchmesser der einzelnen Borste die Steifheit bzw. Elastizität bestimmt. So wird in 3 Grade unterteilt:

1) Weiche Borsten sind je nach Schnitthöhe zwischen 0,16 und 0,22 mm dick.
2) Normale Borsten sind je nach Schnitthöhe zwischen 0,22 und 0,26 mm dick.

3) Harte Borsten sind je nach Länge zwischen 0,26 und 0,30 mm dick.

Die Borstenlänge variiert von 9-11 mm (bei Kinderzahnbürsten) bis 11-13 mm (bei Jugendlichen- und Erwachsenenzahnbürsten) (Sauerwein, 1962; Riethe, 1974; Gülzow et al., 1978; DIN, 1979).

Einzelne Bündel bestehen aus mindestens 18 Borsten. So setzt sich heute die Besteckung einer Zahnbürste aus 6-8 Bündeln längs und 2-3 Bündeln quer zusammen. Diese Anzahl hat sich in einer Reihe von Versuchen als optimal erwiesen (Sauerwein, 1962; Arnold, 1968). Weiterhin wurden Untersuchungen über die optimale Länge des Bürstenkopfes angestellt, bei denen sich im Laufe der Jahre eine deutliche Überlegenheit der Kurzkopfzahnbürste (2,5-3 cm Länge) gegenüber der früher verwendeten Langkopfzahnbürste herauskristallisierte (Arnold, 1968, 1972; Gülzow, 1970, 1975, 1978).

Einige andere Autoren fanden überraschend gute Ergebnisse mit Spezialformen (Bay et al., 1967) oder auch nur unwesentliche Unterschiede zwischen Kurz- und Langkopfzahnbürsten, wobei letztere meistens die immense Wichtigkeit der richtigen Putztechnik in den Vordergrund stellten (Schubert et al., 1980).

Eine große Gefahr besteht daher auch darin, daß sich der unaufgeklärte Käufer bei gleichem Preis für die größere (= schlechtere) Zahnbürste entscheidet (Gülzow, 1978).

Von immenser Bedeutung ist auch die Stellung der einzelnen Bündel zueinander. Man unterscheidet 'multi-tufted' Bürsten mit einer großen Anzahl einzelner Borsten, die alle parallel angeordnet sind und ein gerades und planes Borstenfeld bilden. Diese Form scheint sich heute als die ideale erwiesen zu haben (Bay, 1967; Lange, 1977, 1978; Gülzow, 1978). Eine andere Form ist die sogenannte V-Form, bei der jeweils 2 Bündel v-förmig gegeneinander geneigt sind und entweder ein planes oder ausgezahntes Borstenfeld haben. Einige Autoren fanden keine signifikanten Unter-

schiede zwischen den 'multi-tufted' und den v-förmigen Zahnbürsten (Sauerwein, 1962; Gülzow, 1975; Riethe, 1977). Die Gefahr der ausgezahnten Zahnbürsten besteht vielmehr in der Tatsache, daß das Borstenfeld maschinell ausgeschnitten werden muß und somit scharfe Kanten an den Borstenenden entstehen.' Diese scharfen Kanten (wie sie auch bei anderen Borstenfeldern maschinell oder bei Naturborsten materiell bedingt sind) führen nachweislich zu mehr oder weniger starken Abrasionen an der Zahnhartsubstanz und zu Gingivaverletzungen. So werden heute nur noch abgerundete Borsten (Femousse-Verfahren) empfohlen. (Dreyfus, 1952; Sauerwein, 1962; Arnold, 1968, 1972; Breitenmoser et al., 1978; Gülzow, 1978; Plagmann et al., 1978).

Weiterhin entscheidend für den Reinigungseffekt scheint die Härte der Borsten zu sein. So werden weiche Zahnbürsten als die unschädlichsten - speziell bei Gingivitiden und Parodontitiden - empfohlen (DeTrey, 1983) und normale bis harte Zahnbürsten bei gesundem Zahnfleisch (Sauerwein, 1962; Gülzow, 1978).

Eine Reduzierung der Wirksamkeit einer Zahnbürste wurde bereits nach 14 Tagen festgestellt (Lange et al., 1978). Total unbrauchbar ist eine Zahnbürste nach 6-8 Wochen (Arnold, 1968; Gülzow, 1978).

Eine ideale Zahnbürste gebe es noch nicht, schrieb Sauerwein (1962); ein Trend zur eher weichen, 'multi-tufted' Kurzkopfzahnbürste mit Kunststoffborsten zeichnet sich jedoch heute deutlich ab. Genausowichtig oder sogar noch wichtiger erscheint eine richtige, sinnvolle Putztechnik (Axelsson & Lindhe, 1978; Barnarius et al., 1967).

2.4 Zahnputztechniken

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden eine Vielzahl an Zahnputztechniken entwickelt, von denen einige heute noch einen genauen Indikationsbereich haben. So muß differenziert werden, welches manuelle Geschick vom einzelnen erwartet werden kann, und in welchem Parodontalzustand sich das Gebiß befindet.

1) Die Horizontalmethode (Schrubbertechnik), sollte nur von Kleinkindern angewandt werden, da sie sehr leicht erlernbar ist. Ihr Nachteil ist die mangelhafte Reinigung des Interdentalraumes, es werden die Speisereste eher impaktiert und die Eckzähne traumatisch geschädigt. Leider ist diese Methode sehr weit verbreitet.
2) Die Vertikalmethode (Rot-Weiss-Technik) sollte auch nur Kindern mit gesunder Gingiva empfohlen werden, die manuell sehr ungeschickt sind. Ihre Nachteile entsprechen weitgehend der Schrubbertechnik).
3) Die Rotationstechnik (Fones-Technik) kann Patienten allen Alters empfohlen werden, vorausgesetzt ihr Parodontal- und Gingivalzustand ist einwandfrei. Vorteile sind die leichte Erlernbarkeit und eine ausreichende Reinigungs- und Massagewirkung.
4) Die Rollmethode hat die gleiche Zielgruppe wie 3), jedoch wird auch hier eine ungenügende interdentale Reinigungswirkung erzielt.
5) Auswischtechnik (Stillmann-Technik): speziell für Patienten mit Parodontalerkrankungen ohne Zahnfleischtaschenbildung. Die Technik ist jedoch relativ schwierig erlernbar.
6) Bass-Technik (Vibrationsmethode) eignet sich bei gesundem Parodont aber auch speziell für Patienten mit Parodontalerkrankungen mit Zahnfleischtaschenbildungen. Vorteile sind die sehr gute Reinigung der Interdentalräume und der Zahnfleischtaschen.

7) Massagemethode (Charters-Methode)
Diese Methode nimmt eine Sonderstellung ein, da sie nur in Kombination mit einer der o.g. Techniken verwendet werden soll. Sie dient ausschließlich der Massage des Zahnfleisches.

Hiervon werden im allgemeinen nur die letzten drei Methoden entsprechend den o.g. Zielgruppen empfohlen (Riethe, 1980; Renggli et al., 1984). Außerdem ist es von großer Wichtigkeit, den Patienten zu einer Systematik beim Zähneputzen anzuleiten, bei der Kau-, Außen- und Innenflächen in einer bestimmten Reihenfolge gründlich gereinigt werden (Riethe, 1974).

2.5 Zahnpasten

Zahnpasten sind Zahn- und Mundpflegemittel und gehören in die Gruppe der Kosmetika (LMBG vom 15.08.1974). Dabei ist Voraussetzung, daß Inhaltsstoffe bei bestimmungsgemäßem oder vorauszusehendem Gebrauch keine gesundheitlichen Schäden verursachen dürfen.
Sie sind Zubereitungen aus pulverförmigen, amorphen Putzkörpern und flüssigen Bestandteilen, die durch geeignete Mischungsverhältnisse in eine pastenförmige Konsistenz gebracht werden (Riethe, 1976). Sie dienen in Verbindung mit der Zahnbürste zur Reinigung der zugänglichen Zahnoberflächen. Durch ihre Eigenschaften, Mundgeruch zu vermeiden und den Atem zu erfrischen, kommt ihnen auch die Aufgabe der Pflege und des Erfreuens hinzu (Bößmann, 1985).
Die hauptsächlichen Inhaltsstoffe einer Zahnpaste sind Putzkörper, Feuchthaltemittel, Bindemittel, Konservierungsstoffe, Tenside, Aromate und Wirkstoffe.

2.5.1 Putzkörper

In den gebräuchlichen Zahnpasten schwankt der Gehalt an Putzkörpern (bzw. Abrasiv-, Scheuerstoffen oder Schleif-

mitteln) zwischen 15-55%. Ihre Aufgabe besteht in der Entfernung von unverkalkten Ablagerungen (Reinigungskraft) und einer gewissen Glanzgebung der Zahnoberfläche (Polierkraft) bei minimaler Scheuerwirkung (Abrasionskraft).
Man unterscheidet die verwendeten Substanzen nach der Härte, die auf der Mohsskala zwischen 2-7 liegen soll, der Form (kristallin oder amorph), der Größe (5-50 .m), dem Reinheitsgrad und der Konzentration der Partikel.
Putzkörper können auch in Kombinationen vorliegen, um die Scheuerwirkung zu verstärken (Riethe, 1976, 1980).
Nicht zu unterschätzen ist die Abrasivität der Putzkörper auf Dentin und Zement, die 25 bzw. 35 mal rascher abradiert werden als Schmelz (Mühlemann, 1974, 1978; zit. n. Riethe, 1980).
Verwendet werden u.a. Calciumcarbonat, Calciumphosphate, Silicium- und Magnesiumverbindungen und in geringen Konzentrationen kolloidales Kaolin, Bentonit, Magnesiumcarbonat und Titandioxid (als Färbe- und Scheuermittel).
Diese wurden von Newesely (1985, 1986) bezüglich ihrer Abrasivität und Kristallhärte folgendermaßen geordnet:

		Härte auf der Mohsskala
Brushit	$CaHPO_4 \times 2H_2O$	2
Aluminiumoxidhydrat	AlO(OH)	2,5-3
Kalzit	$CaCO_3$	3-4
Apatit	$Ca_3(PO_4)_2$	5
Kieselsäure	SiO_2	5,5-6
Calciumpyrophosphat	$Ca_2P_2O_7$	6
Bimsstein	SiO_2, Al_2O_3 u.a.	5-7
Zirkoniumsilikat	$ZrSiO_4$	7,5

Tabelle 1: Putzkörper

Diese Mohs'schen Härteangaben stehen zwar in direktem Zusammenhang mit der Schleifwirkung des einzelnen Putzkör-

pers, jedoch läßt sich die Abrasivität im klinischen Versuch nicht objektivieren, da Parameter wie Löslichkeit des Abrasivums und Gleitmittel schwer in die Untersuchungen miteinbezogen werden können (Newesely, 1986).
Außerdem spielen die Größe der Putzkörper und die Härte der Zahnbürste und der Anpreßdruck eine entscheidende Rolle (Franz, 1982; De Boer, 1985; Beyeler & Moser, 1960).
Dennoch existieren Testverfahren um die Abrasivität zu messen. Die heute beliebtesten sind der 'Radioaktive Dentin und Schmelz Abrasionstest' und die 'Oberflächen Profilometrie' (Pader, 1982; Grace, 1981).
Neuere Untersuchungen ergaben, daß bestimmte Putzkörper bioverfügbare Fluoridionen inaktivieren können. Der Grad der Inaktivierung hängt von der Dauer und der Temperatur der Lagerung einer Zahnpasta ab.

- Dicalciumphosphatdihydrat inaktiviert bereits während des Herstellungsprozesses der Paste 63% der eingesetzten Fluorionen, und nach zwölfmonatiger Lagerung bei 20° C und 40° C sind überhaupt keine Fluorionen mehr nachweisbar.
- Aluminiumoxidhydrat sowie Kombinationen desselben mit Kieselsäure inaktivieren Fluoridionen nach einjähriger Lagerung nur um 8-11%.

So erscheint nach diesen Untersuchungen die Kombination Aluminiumoxidhydrat und Kieselsäure als die geeignetste (Neumann & Grözinger, 1979).

2.5.2 Feuchthaltemittel

Im Mittel enthält eine Zahnpasta etwa 10-25% Feuchthaltemittel. Sie bewirken das geschmeidige Aussehen und verhindern ein Austrocknen der Pasten. Die Kombination mit dem Bindemittel und den Putzkörpern bestimmt im Endeffekt die gewünschte Viskosität der Paste (Riethe, 1980).
Zur Anwendung gelangen Glycerin, Sorbit, 1,2-Propylenglykol, Polyäthylenglykol, Diäthylenglykol, Polyoxyäthylen-

sorbitanfettsäureester und neuerdings auch Kieselsäuregele.

2.5.3 Bindemittel

Bindemittel dienen in Verbindung mit dem Feuchthaltemittel der Stabilisierung der Paste und verhindern die Sedimentation der kristallinen bzw. amorphen Bestandteile und das Austrocknen durch Steigerung der Viskosität.
Verwendet werden Hydrokolloide wie Gummi, Alginate, Tragant, Bentonit, v.a. jedoch Carboxymethylcellulosen und Methylcellulose, die schon in geringer Konzentration hochvisköse wässrige Gele bilden.

2.5.4 Konservierungsmittel

Sie sichern die Haltbarkeit einer Paste und verhüten die mikrobielle Zersetzung der Inhaltsstoffe. Auch bereits während der Produktion in die Paste gelangte Keime werden von ihnen vernichtet. Ihr prozentualer Anteil beträgt etwa 1%.
Hauptsächlich verwendet werden Hydroxibenzoesäureester und Natriumbenzoat.

2.5.5 Oberflächenaktive Stoffe

Tenside haben die Fähigkeit über ihre emulgierenden und schäumenden Eigenschaften die Reinigungswirkung der Putzkörper zu verstärken. Außerdem sollen sie die Belagsbildung reduzieren, die Putzkörperzusammenballung in der Paste verhindern, die Wirkung und Verteilung der prophylaktischen Zusätze verbessern sowie die Homogenität und Lagerungsstabilität optimieren (Pflug, 1982).
Der prozentuale Anteil sollte etwa bei 0,5-1,5% liegen. Bei erhöhten Tensidanteilen muß mit Schleimhautveränderungen im Sinne einer erhöhten Blutungsneigung gerechnet werden (Albers et al., 1978).

Verwendet werden Natriumlaurylsulfat, Natriumlauroylsarcosinat, Natriumlaurylsulfoacetat, Natriumsulforicinoleat, Natriumricinoleat, medizinische Seife u.a..

2.5.6 Aromastoffe

In einer Konzentration von 0,5-1% wird in Europa Pfefferminzöl und in den USA Aromaöle mit Wintergrünölnote bevorzugt. Weitere Stoffe sind Anisöl, Nelkenöl, Eukalyptusöl und speziell in Zahnpasten für Kinder Fruchtaromatika. Alle Zahnpflegemittel enthalten Süßstoffe zur Geschmacksabrundung.

2.5.7 Wirkstoffe

Die kariesprophylaktische und therapeutische Wirkung der Fluoride ist bis heute in zahlreichen Untersuchungen belegt worden. So empfahlen Lukomsky (1941) und Hoyt et al. (1943) Fluoride zur Behandlung überempfindlicher Zahnhälse, der Alveolarkammatrophie und zur Wurzelkanalbehandlung. Die hauptsächliche Wirkung besteht allerdings in der Kariesheммung (Brudevolt, 1966; Thomas, 1966; König, 1967; Naylor, 1967; Kinkel, 1968; Wagner, 1981). Bei regelmäßigem Gebrauch ist eine Kariesreduktion bis zu etwa 35% möglich (Marthaler, 1968).
Die häufigsten Fluoride sind Zinnfluorid, angesäuertes Phosphatfluorid, Natriumfluorid, Natriummonofluorphosphat, Aminfluorid und Aluminiumfluorid.
Es werden verschiedene Wirkungsmechanismen beschrieben:

- Durch Anreicherung von Fluor im Schmelz wird die Säurelöslichkeit des Schmelzes herabgesetzt (Regolati et al., 1969; Hoffman et al., 1977; Barbakow et al., 1984).
- Fluoride fördern die Remineralisation in Form von Hydroxilfluorapatit. Dem liegt folgende Reaktion zugrunde:

$$Ca_5(PO_4)_3OH + F^- \quad <===> \quad Ca\ 5(PO_4)_3F + OH^-$$

(König, 1977; Treide, 1981; Barbakow et al., 1984)
Dieser Austausch wird durch vergleichbare Dimensionen der Ionen möglich (1,29 Å bei Fluor und 1,33 Å bei OH^-. Allerdings konnten Fluoride nur in oberflächlichen Schmelzanteilen in einer Tiefe bis zu 10 .m nachgewiesen werden (Murray, 1976).

- Fluoride in der Plaque hemmen die Säurebildung und verhindern die Zuckeraufnahme durch Mikroorganismen. Dadurch wird den Fluoriden eine direkte antibakterielle Wirkung zugeschrieben (Lösche, 1973; Murray, 1976).

Nebenwirkungen im Sinne einer Fluorintoxikation können in Folge kontinuierlicher oder zeitlich begrenzter Fluorüberdosierung z.B. des Trinkwassers etwa ab 1,5-3 ppm in Form von mottled enamel (Zahnfluorose, gefleckter Schmelz) auftreten (Riethe, 1980). Daher dürfen Fluoride auch in Zahnpasten eine Höchstkonzentration von 0,15% nicht übersteigen.

Chlorhexidiniumdigluconat wird eine bakteriostatische und bakterizide Wirkung zugeschrieben (Jensen, 1972).

So wurde in zahlreichen Untersuchungen die Wirksamkeit gegen streptococcus mutans und s. sanguis, staphylococcus, escherichia coli, candida etc. getestet (Löe, 1973; Christensen & Kilian, 1977; Treide et al., 1980; Klimm, 1982; Schaeken, 1984).

Die plaque-verringernde Wirkung des Chlorhexidins wurde in klinischen Tests untermauert (Addy & Bates, 1977; Riethe & Stoll, 1977; Tepe et al., 1983; Askainen et al., 1984; Montag & Gängler, 1984; Gängler & Staab, 1985).

Außer der Reduktion der plaque-bedingten Entzündungen hat Chlorhexidin auch noch eine direkte entzündungslindernde Wirkung (Engelmann et al., 1981).

Allerdings beschrieben mehrere Autoren in ihren Langzeitversuchen Nebenerscheinungen wie Geschmacksstörungen, Zungenbrennen und bräunliche Verfärbungen von Zunge, Zähnen

und Komposit-Füllungen (Loe et al., 1976; Ellingsen et al., 1982; Gängler & Staab, 1985).
Auf Grund dieser unerwünschten Begleiterscheinungen wird Chlorhexidin von vielen Autoren nur in Form von Mundspülungen empfohlen, dann wenn aktive Mundhygiene unmöglich ist wie z.B. bei Behinderten oder postoperativ (Katz, 1982; Montag & Gängler, 1984; Gängler & Staab, 1985).

Enzyme (Glucoseoxydase in Kombination mit Amyloglucosidase) in Zahnpasten reaktivieren den natürlichen Abwehrmechanismus des Speichel-Lactoperoxydase-Systems (Rotgans & Schmalz, 1977; Rotgans, 1978, 1979). Die Wirkung anderer Enzyme wie Dextranase scheint fraglich (Caldwell, 1971; Parsons, 1974).

Auch mit Antibiotika als Wirkstoffzusätze wurde experimentiert. Hier wurde Vancomycin auf seine Wirksamkeit gegen streptococcus mutans untersucht (De Paola, 1974, 1977). Als großer Nachteil wird allerdings die Immunisierung der Mikroorganismen und die Bevorteilung nicht-gedeckter Organismen (candida albicans) angeführt (Parsons, 1974).

Weitere Wirkstoffzusätze wie Quartäre Ammoniumverbindungen und das Alkaloid Sanguinarin scheinen noch nicht genügend erforscht (Cella et al., 1952; Ciancio et al., 1975; Compton & Beagrie, 1975; Bößmann, 1985).

Zu den gingivatropen Zusätzen gehört außer Azulen, Cham-Azulen, Aluminiumhydantoinat, Weinsäure, Allaun auch u.a. Allantoin (Riethe, 1965; Lange, 1977). Es wirkt in Konzentrationen von 0,01 bis 0,2% im wesentlichen keratolytisch - und daraus abgeleitet - epithelisierend und wundheilungsfördernd und zugleich antiirritierend (Fiedler, 1985). Ihre Wirkung ist allerdings umstritten (Lange et al., 1975).

Ähnliche, nämlich antiphlogistische Wirkungen werden einem Wirkstoff der Kamille, Bisabolol, zugeschrieben.

Aluminiumlactat ist ein hochaktiver Wirkstoff mit ausgeprägten adstringierenden und eiweißfällenden Eigenschaften, der ödematös verändertes Zahnfleischgewebe und kapilläre Blutungen beeinflußt und aktiv zur Heilung des Zahnfleisches beiträgt. In Kombination mit Aluminiumfluorid reduziert Aluminiumlactat die Überempfindlichkeit von Zahnhälsen (Riethe et al., 1980).
Durch Vorbehandlung mit Aluminium wird eine höhere Fluoraufnahme im Schmelz erreicht (Regolati et al., 1969; Kinkel, 1968; Riethe, 1979).
Außerdem haben Zahnpasten, die neben biologisch verfügbarem Fluorid gleichzeitig auch Aluminiumionen enthalten, für die Kariesprophylaxe besondere Bedeutung, da sie neben Fluorid auch Aluminium in den Apatit einlagern können (Neumann & Grözinger, 1979).

3. Spezieller Teil

3.1 Material und Methode

3.1.1 Untersuchungsziel

Bei der klinischen Untersuchung einer Zahnpasta sollte deren Wirksamkeit getestet werden unter Berücksichtigung des Probandengutes. Die Untersuchung erstreckte sich über einen Zeitraum von jeweils drei Wochen und umfaßte eine objektivierbare Inspektion der Zahnbeläge und des Zahnfleisches.

3.1.2 Zahnpaste

Bei der verwendeten Zahnpaste handelt es sich um eine in handelsüblichen 100 ml Tuben abgepackte, einfarbig weiße Zahnpaste mit dem Namen 'Lacalut Activ'. Laut Hersteller hat die Paste folgende Wirkstoffzusammensetzung:

Lacalut Activ Zahncreme:	g/100g	mittlere Anwendungsmenge 1,5g
.Aluminiumlactat	0,80	12,0 mg
.Fluoridgehalt aus Aluminiumfluoridlösung	0,136	2,0 mg
.Chlorhexidinium-digluconat 100 %ig	0,04	0,6 mg
.Allantoin	0,20	3,0 mg
.a-Bisabolol rac	0,05	0,75 mg

In einer Paste mit Kieselsäure-Hydrogel und Aluminiumoxydhydrat als Putzkörper.

Tabelle 2

3.1.3 Zahnbürsten

Es wurde jedem Probanden zu Beginn des Versuches eine neue Zahnbürste ausgeteilt. Dabei handelte es sich um eine Kurzkopfzahnbürste mit planem Borstenfeld, 'multi-tufted', der Marke 'Blend-A-Myl 'Paro''.

3.1.4 Probanden

Bei zwei aufeinanderfolgenden klinischen Untersuchungen wurden junge Erwachsene mit möglichst vollbezahntem und konservierend ausreichend versorgtem Gebiß ausgewählt.
Bei der ersten Gruppe handelte es sich um 24 Zahnmedizinstudenten des ersten und zweiten klinischen Semesters der Universität Tübingen. Das Probandenalter bewegte sich zwischen 21 und 30 Jahren. Alle waren bereits von Dritten über Zahnputzmethoden, Zahnpasten und Zahnbürsten aufgeklärt worden.
Bei der zweiten Gruppe handelte es sich um 12 Personen im Alter zwischen 20 und 23 Jahren. Allesamt haben zum zahnmedizinischen Beruf keine Beziehung. Durch Befragung wurde sichergestellt, daß keinem der Probanden eine individuelle Mundhygiene-Instruktion gegeben wurde. Allen Probanden wurde vor der Untersuchung ein Merkzettel gegeben, in dem sie aufgefordert wurden, die bisherige Zahnputzmethode und Zeitpunkt strikt einzuhalten. Außerdem wurde die klinische Untersuchung in groben Zügen erklärt, um eventuelle Ängste auszuschalten.
Bei beiden Gruppen wurde vor und während der Untersuchung keine professionelle Zahnreinigung vorgenommen.

3.1.5 Methode

Da dem Untersuchenden und den Probanden bis nach dem Versuchsende die Zusammensetzung der Paste unbekannt war, ist die Studie als Doppelblindversuch zu werten.

Die Versuchsdauer betrug jeweils drei Wochen, während derer drei Untersuchungen stattfanden. Es wurde Wert darauf gelegt, den Untersuchungszeitpunkt immer zur selben Tageszeit (nachmittags) festzusetzen. Beim ersten Termin wurde nach Sicherstellung der Voraussetzungen (möglichst vollbezahntes, konservierend versorgtes Gebiß) der Hygiene- und Parodontalzustand eines jeden Gebisses mit folgenden Methoden gemessen.

1) Plaque-Index nach Silness-Löe
2) Gingiva-Index nach Silness-Löe
3) Sulcus-Blutungsindex nach Mühlemann & Son

Anschließend wurde jedem Probanden eine Tube Zahnpasta und eine original verpackte Zahnbürste ausgehändigt.
Ab dem ersten Termin sollten die Probanden nur noch das ausgegebene Material verwenden.
Beim zweiten Termin, der exakt zwei Wochen später stattfand, wurden die Indices erneut aufgenommen. Das Ganze wurde beim dritten Termin - nach insgesamt 3 Wochen wiederholt. Außerdem wurden die Probanden bei der Abschlußuntersuchung nach ihren persönlichen Erfahrungen mit der Zahnpasta befragt.

3.1.6 Die Indices

3.1.6.1 Gingiva-Index (GI) nach Silness-Löe

Es wurde das gesamt Gebiß bewertet. An jedem Zahn wurde an vier Stellen gemessen (mesial, distal, oral und vestibulär).
Der Gingiva-Index nach Silness-Löe (1963) beurteilt die Gingiva mit unbewaffnetem Auge und in trockenem Zustand. Es wird klar zwischen der Qualität der Gingiva (Stadium der Läsion) und der Lokalisation (mesial, distal, oral, vestibulär) unterschieden. Nicht berücksichtigt wird die Tiefe der Taschen, Knochenverlust oder andere parodontale Läsionen (Löe, 1967). Eingeteilt wird in vier Grade.

Grad 0: wird für eine entzündungsfreie Gingiva vergeben, die Farbe ist blaßrosa bis rosa. Nach dem Trocknen erscheint die Oberfläche der Gingiva matt. Der Stippelungsgrad kann variieren. Die marginale Gingiva kann auf Schmelz oder auf verschiedenem Niveau apikal zur Zementgrenze liegen. Jedoch sollte der Rand dünn, und die buccale und orale Gingiva einen runden Abschluß zum Zahn bilden, und so den Eingang zum sulcus gingivae markieren. Die Papillenspitze sollte der am weitesten incisal bzw. okklusal gelegene Teil der Gingiva sein. Bei der Palpation mit einem stumpfen Instrument sollte die Gingiva fest erscheinen.

Grad 1: Die Gingiva zeigt leichte Entzündungserscheinungen. Sie ist rötlich bis blaurot verfärbt und leicht ödematös geschwollen. Auf digitalen Druck kann sich farbloses Exudat aus dem Sulcus entlehren. Es kann mit der Parodontalsonde keine Blutung provoziert werden.

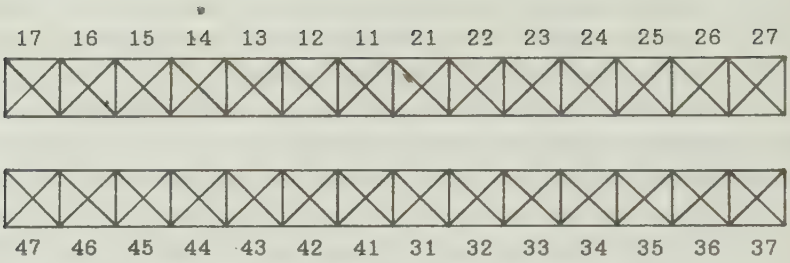
Grad 2: Es bestehen mäßige Entzündungserscheinungen. Die marginale Gingiva zeigt rote bis blaurote, glänzende Farbe und eine ödematöse Schwellung. Bei stumpfer Sondierung kommt es zu Blutungen.

Grad 3: Schwere Entzündung, die gekennzeichnet ist durch auffallende Rot- bis Blaufärbung der Gingiva, ödematöse Schwellung und Tendenz zu Spontanblutungen. Ulcerationen können vorhanden sein.

Berechnung des GI:

$$GI = \frac{\text{Summe der Bewertungsziffern}}{\text{Zahl der bewerteten Flächen}}$$

GI-Schema:



3.1.6.2 Plaque-Index (PI) nach Silness-Löe (1964)

Der Plaque-Index erscheint als unbedingt notwendig, da jede klinische Untersuchung mit dem Ziel, die verschiedenen ätiologischen Faktoren auszuwerten, nur ausgeführt werden kann, wenn die gingivalen Ablagerungen und die Möglichkeit ihrer Retention mit in Betracht gezogen werden. Der Plaque-Index basiert auf demselben Prinzip wie der Gingiva-Index (Löe, 1967). Die Menge der Plaque wird in vier Grade zwischen 0 und 3 eingeteilt:

Grad 0: Dieser Grad wird vergeben, wenn am Zahnfleischrand die Zahnoberfläche tatsächlich ohne Plaque ist. Dies wird getestet, indem eine Sonde über die Zahnoberfläche am Zahnfleischrand gestrichen wird, nachdem der Zahn sorgfältig getrocknet wurde und keine weichen Beläge an der Sondenspitze haften, dann kann die Fläche als sauber bezeichnet werden.

Grad 1: wird gegeben, wenn mit unbewaffnetem Auge keine Plaque in situ beobachtet werden kann, aber Plaque auf der Sondenspitze sichtbar wird, nachdem mit ihr über die Zahnoberfläche am Zahnfleischrand gestrichen wurde.

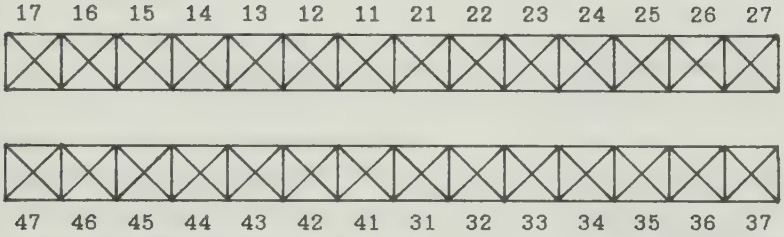
Grad 2: wird gegeben, wenn am Zahnfleischrand ein dünner bis mäßig dicker Belag mit bloßem Auge erkennbar ist.

Grad 3: Große Anhäufung von weichem Belag im Bereich des Zahnfleischrandes, die Interdentalräume sind mit Plaque ausgefüllt.

Berechnung des PI:

$$PI = \frac{\text{Summe der Bewertungsziffern}}{\text{Zahl der bewerteten Flächen}}$$

PI-Schema:



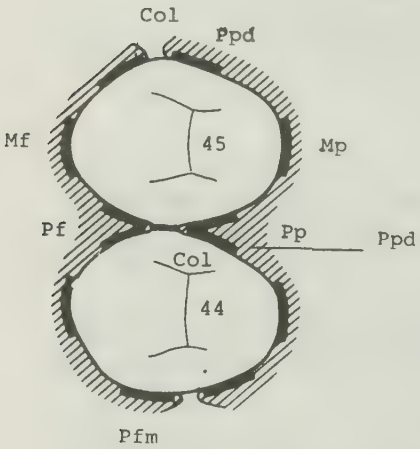
3.1.6.3 Der Sulcus-Blutungsindex (SBI) nach Mühlemann & Son

Der Sulcus-Blutungsindex (Mühlemann & Son, 1971) lehnt sich eng an den heute obsoleten PMA-Index (Massler, 1950; zit. n. Mühlemann, 1974) an. Dieser berücksichtigte drei verschiedene gingivale Einheiten:

P = papilläre Gingiva
M = marginale Gingiva
A = angewachsene Gingiva

Trotz mehrfacher Modifikationen erwies sich der PMA-Index als zu wenig empfindlich (Mühlemann, 1974).
Es wurde an den von Ramfjord (1959) angegebenen Zähnen gemessen. Untersuchungen über die Repräsentativität dieser sechs Index- bzw. Indikatorzähne zeigten die Anwendbarkeit der Ergebnisse auf das gesamte Gebiß, da sie deutlich den Parodontalzustand des ganzen Mundes indizieren (Berg et al., 1984).

Es handelt sich hier um die Zähne 16, 21, 24, 36, 41 und 44.
An diesen sechs Zähnen wurde wiederum an sechs Stellen pro Zahn gemessen.



Pf - Papille fazial
Pp - Papille palatinal
C - Col

Sondierungsstellen

Mf - Marginale Gingiva fazial
Mp - Marginale Gingiva palatinal
Pfm - Papille fazial mesial
Ppd - Papille palatinal distal

Abbildung 1: Sondierungsstellen des Sulcus-Blutungsindex nach Mühlemann, 1971

Die Sulcus-Sondierung erfolgt mit einer grazilen, jedoch stumpfen Parodontalsonde oder der Plast-O-Probe bei einer Kraftanwendung von 20-30 p. Diese Größe wäre objektiv meßbar durch einen piezoelektrischen, druckempfindlichen Sensor in einer Parodontalsonde (Gabathuler, 1971). Die Sonde wird vorsichtig in den Sulcus eingeführt, bis sie auf leichten Widerstand stößt. Dann wird sie im Bereich der angegebenen Stellen seitlich 3-4 mm hin- und herbewegt. Eingeteilt wird in fünf Grade:

Grad 0: Gesund aussehende P- und M-Einheiten. Auf schonungsvolle, stumpfe Sondierung des Sulcus nicht blutend.

Grad 1: Scheinbar gesunde P- und M-Einheiten ohne Verfärbung oder Schwellung, jedoch bei schonungsvoller Sondierung des Sulcus bzw. des Taschenfundus treten nach 1-15 s kleine Blutungspunkte auf.

Grad 2: Eine feine Blutlinie oder mehrere Blutpunkte nach Sondierung und entzündungsbedingte Farbveränderung der Einheit. Keine Schwellung oder makroskopisches Ödem.

Grad 3: Das interdentale Dreieck füllt sich mehr oder weniger mit Blut nach der Sondierung und Farbveränderung und leichte ödematöse Schwellung von P- oder M-Einheiten.

Grad 4: Profuse Blutung bei Sondierung und

a) offensichtliche Schwellung und Farbveränderung
oder

b) offensichtliche Schwellung ohne Farbveränderung.

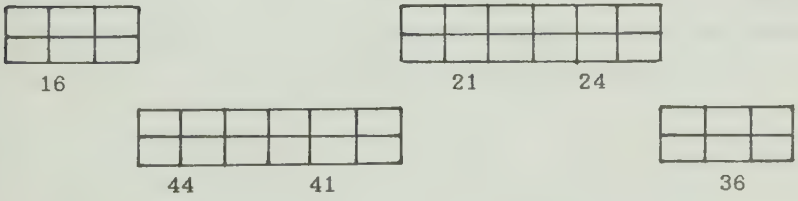
Grad 5: Starke Blutung bei Sondierung und Spontanblutung und Farbveränderung. Starke Schwellung ohne oder mit Ulceration.

Beim SBI wird bewußt auf die Bewertung der A-Einheit (angewachsene Gingiva) verzichtet, da sie bei unserer Bevölkerung selten befallen ist.

Berechnung des SBI:

$$SBI = \frac{\text{Summe der Bewertungsziffern}}{\text{Zahl der bewerteten Flächen}}$$

SBI-Schema:



4. Versuchsergebnisse und ihre statistische Auswertung

Anhand zweier klinischen Versuchsreihen sollte die prophylaktische und gingivo-therapeutische Wirksamkeit einer Zahnpasta untersucht werden. Zur ersten Versuchsreihe wurden 24 Probanden herangezogen, von denen vier mathematisch-statistisch nicht auswertbar waren. Die zweite Untersuchung umfaßte 12 Probanden, die sich von der ersten Gruppe darin unterschieden, daß keiner eine professionelle Mundhygieneinstruktion erhalten hatte. Zur Objektivierung der Wirksamkeit wurde in drei Untersuchungen, von denen die zweite zwei Wochen und die dritte drei Wochen nach der Ersten stattfanden, der Plaque-Index, der Gingiva-Index und der Sulcus-Blutungsindex gemessen.
Folgende Fragestellung soll durch die statistische Auswertung beantwortet werden:

1) Unterscheiden sich die Indices zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten innerhalb einer Versuchsgruppe?

Hier wurde der t-Test für abhängige Stichproben (Sachs, 1974) verwendet. Die Homogenitätsprüfung der Varianzen als Voraussetzung für den t-Test erfolgte mittels F-Test nach Fisher.

2) Unterscheiden sich die Indices zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten zwischen den Versuchsgruppen?

Mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben - angewandt auf den Unterschied der Indices zu gleichen Untersuchungszeitpunkten zwischen den Versuchsgruppen - soll diese Frage beantwortet werden.

Die Mittelwerte der einzelnen Indices wurden wie folgt berechnet:

$$\frac{\text{Summe der einzelnen Indices}}{\text{Summe der Probanden}}$$

Die Ergebnisse wurden nach ihrer prozentualen Wahrscheinlichkeit für die Nullhypothese wie folgt gewertet:

n.s.	keine Auffälligkeit	(Wahrscheinlichkeit p > 10%)
*	auffällig	(Wahrscheinlichkeit p < 10%)
**	signifikant	(Wahrscheinlichkeit p < 5%)
***	hoch signifikant	(Wahrscheinlichkeit p < 1%)

4.1 Versuchsreihe Zahnmediziner

4.1.1 Plaque-Index (nach Silness-Löe)

4.1.1.1 Absolutwerte

	M	s
Anfangsuntersuchung	0,331	0,167
Zwischenuntersuchung	0,372	0,167
Enduntersuchung	0,360	0,231

Tabelle 3: M=Mittelwert; s=Standardabweichung

Man erkennt eine leichte Verschlechterung von der Anfangs- zur Enduntersuchung. Verdeutlicht wird dies im nachfolgenden Diagramm.

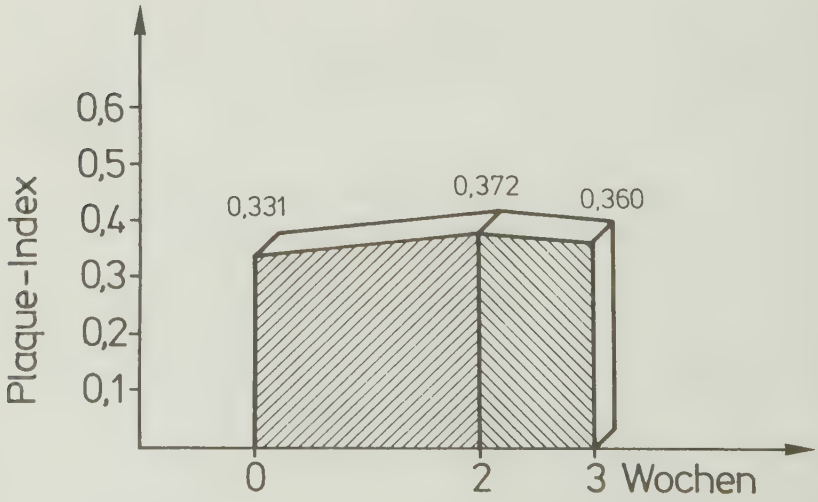


Abbildung 2: Mittelwerte des Plaque-Index nach 0, 2 und 3 Wochen

4.1.1.2 Veränderungen

Um die Wirkung der Paste besser beurteilen zu können, wurden die Mittelwerte der Differenzen für die drei Untersuchungen berechnet und mit Hilfe des t-Tests auf signifikante Unterschiede untersucht. Dabei stellt ein positiver Mittelwert eine Verbesserung, und ein negativer Mittelwert eine Verschlechterung dar.

	MD	sd	p	Signifikanz
A 1->2	-0,042	0,121	0,141	n.s.
B 2->3	0,013	0,198	0,775	n.s.
C 1->3	-0,029	0,172	0,462	n.s.

Tabelle 4:
A=Differenzwerte vom 1. zum 2. Untersuchungstermin
B=Differenzwerte vom 2. zum 3. Untersuchungstermin
C=Differenzwerte vom 1. zum 3. Untersuchungstermin
MD=Mittelwert der Differenzen
sd=Standardabweichung
p=Wahrscheinlichkeit

Insgesamt konnte keine signifikante Änderung der Belagsbildung innerhalb des dreiwöchigen Untersuchungszeitraums festgestellt werden.

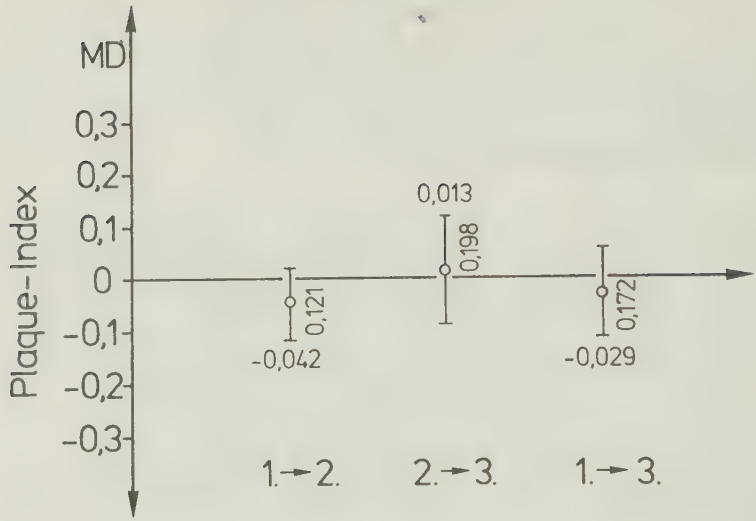


Abbildung 3: Mittelwerte der Veränderungen des Plaque-Index und ihre Standardabweichungen

4.1.2 Gingiva-Index nach Silness-Löe

4.1.2.1 Absolutwerte

	M	s
Anfangsuntersuchung	0,057	0,047
Zwischenuntersuchung	0,060	0,053
Enduntersuchung	0,055	0,065

Tabelle 5: M=Mittelwert; s=Standardabweichung

Es zeichnet sich eine minimale Verbesserung des Gingiva-Index ab.

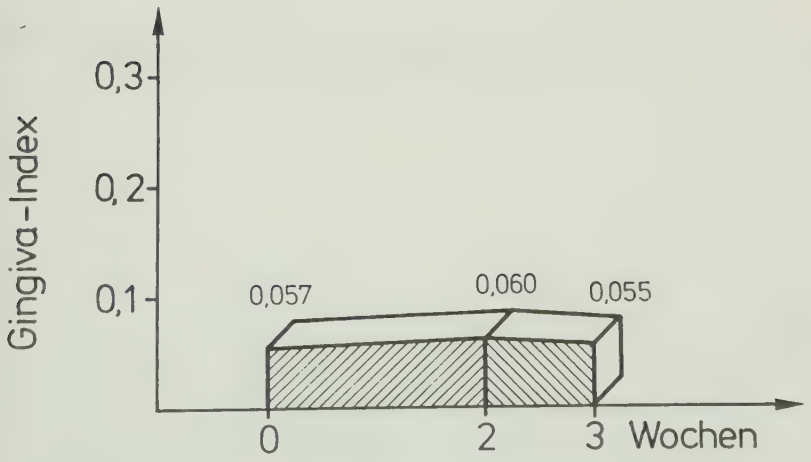


Abbildung 4: Mittelwerte des Gingiva-Index nach 0, 2 und 3 Wochen

4.1.2.2 Veränderungen

Es wurden die gleichen Berechnungen wie für den Plaque-Index angestellt.

	MD	sd	p	Signifikanz
A 1->2	-0,003	0,033	0,703	n.s.
B 2->3	0,005	0,052	0,699	n.s.
C 1->3	0,002	0,057	0,898	n.s.

Tabelle 6:
A=Differenzwerte vom 1. zum 2. Untersuchungstermin
B=Differenzwerte vom 2. zum 3. Untersuchungstermin
C=Differenzwerte vom 1. zum 3. Untersuchungstermin
MD=Mittelwert der Differenzen
sd=Standardabweichung
p=Wahrscheinlichkeit

Auch hier sind keine signifikanten Änderungen erkennbar.

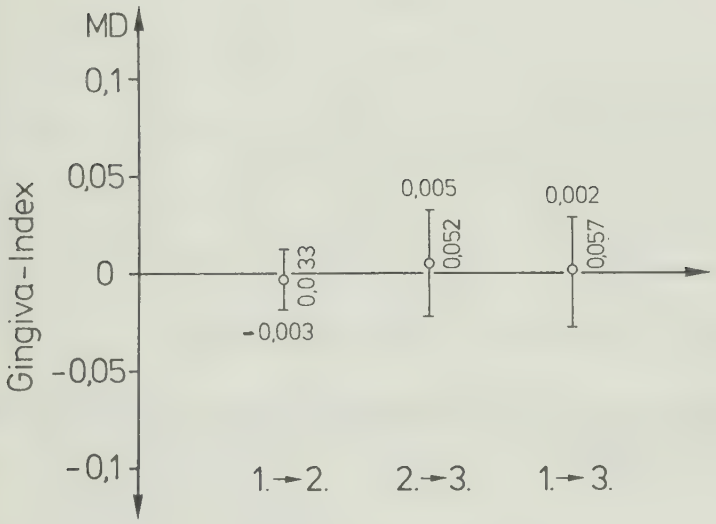


Abbildung 5: Mittelwerte der Veränderungen des Gingiva-Index und ihre Standardabweichungen

4.1.3 Sulcus-Blutungsindex (Mühlemann & Son)

4.1.3.1 Absolutwerte

	M	s
Anfangsuntersuchung	0,089	0,103
Zwischenuntersuchung	0,087	0,097
Enduntersuchung	0,078	0,087

Tabelle 7: M=Mittelwert; s=Standardabweichung

Auch hier erkennt man eine leichte Verbesserung innerhalb der drei Wochen.

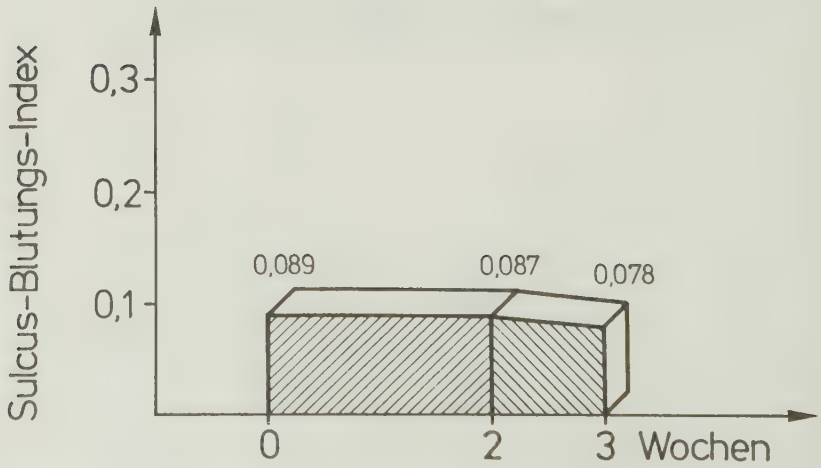


Abbildung 6: Mittelwerte des Sulcus-Blutungsindex nach 0, 2 und 3 Wochen

4.1.3.2 Veränderungen

Es wurden die gleichen Berechnungen wie für den Plaque-Index angestellt.

	MD	sd	p	Signifikanz
A 1->2	0,002	0,083	0,926	n.s.
B 2->3	0,009	0,087	0,633	n.s.
C 1->3	0,011	0,107	0,645	n.s.

Tabelle 8:
A=Differenzwerte vom 1. zum 2. Untersuchungstermin
B=Differenzwerte vom 2. zum 3. Untersuchungstermin
C=Differenzwerte vom 1. zum 3. Untersuchungstermin
MD=Mittelwert der Differenzen
sd=Standardabweichung
p=Wahrscheinlichkeit

Die Verbesserungen sind durchweg nicht signifikant.

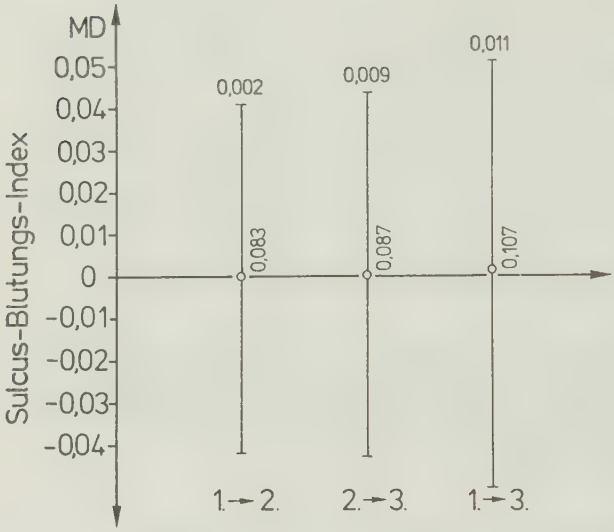


Abbildung 7: Mittelwerte der Veränderungen des Sulcus-Blutungsindex und ihre Standardabweichungen

4.2 Versuchsreihe Nicht-Zahnmediziner

4.2.1 Plaque-Index (nach Silness-Löe)

4.2.1.1 Absolutwerte

	M	s
Anfangsuntersuchung	0,651	0,340
Zwischenuntersuchung	0,450	0,193
Enduntersuchung	0,315	0,161

Tabelle 9: M=Mittelwert; s=Standardabweichung

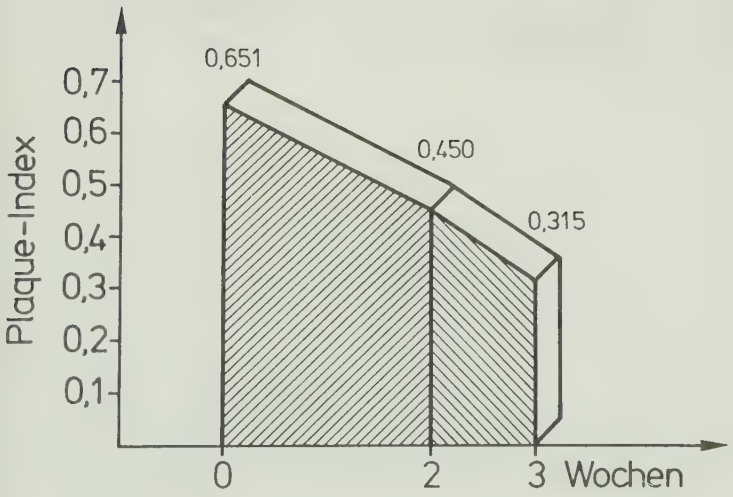


Abbildung 8: Mittelwerte des Plaque-Index nach 0, 2 und 3 Wochen

4.2.1.2 Veränderungen

Die Untersuchung der Differenzen zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten zeigte eine signifikante Verbesserung zwischen erster und zweiter Untersuchung und hochsignifikante Verbesserung zwischen zweiter und dritter und erster und dritter Untersuchung.

	MD	sd	p	Signifikanz
A 1->2	0,201	0,207	0,002	**
B 2->3	0,134	0,086	0,000	***
C 1->3	0,336	0,231	0,000	***

Tabelle 10:
A=Differenzwerte vom 1. zum 2. Untersuchungstermin
B=Differenzwerte vom 2. zum 3. Untersuchungstermin
C=Differenzwerte vom 1. zum 3. Untersuchungstermin
MD=Mittelwert der Differenzen
sd=Standardabweichung
p=Wahrscheinlichkeit

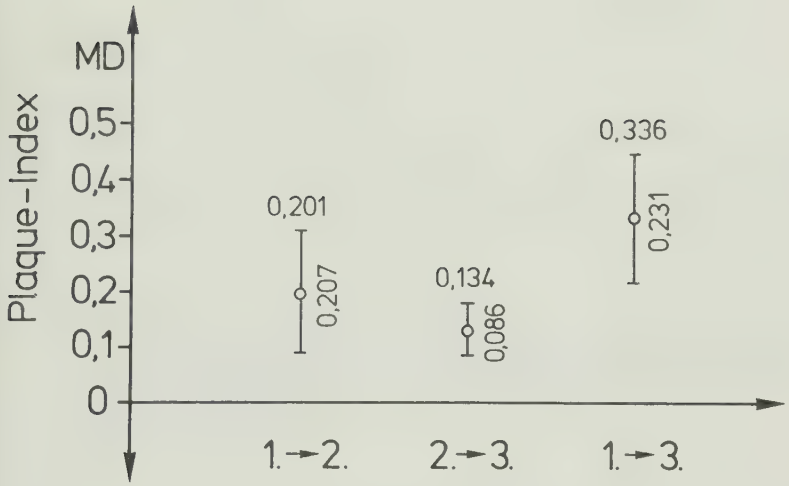


Abbildung 9: Mittelwerte der Veränderungen des Plaque-Index und ihre Standardabweichungen

4.2.2 Gingiva-Index nach Silness-Löe

4.2.2.1 Absolutwerte

	M	s
Anfangsuntersuchung	0,380	0,179
Zwischenuntersuchung	0,193	0,113
Enduntersuchung	0,121	0,070

Tabelle 11: M=Mittelwert; s=Standardabweichung

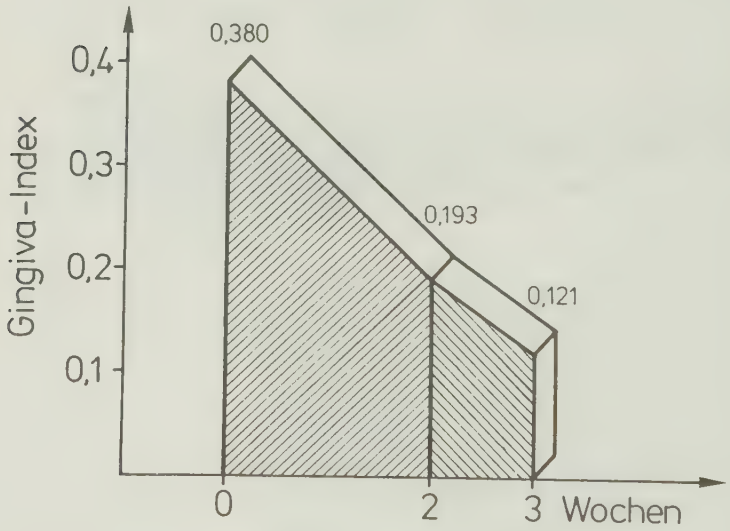


Abbildung 10: Mittelwerte des Gingiva-Index nach 0, 2 und 3 Wochen

4.2.2.2 Veränderungen

	MD	sd	p	Signifikanz
A 1->2	0,187	0,121	0,000	***
B 2->3	0,072	0,101	0,031	**
C 1->3	0,259	0,143	0,000	***

Tabelle 12:
A=Differenzwerte vom 1. zum 2. Untersuchungstermin
B=Differenzwerte vom 2. zum 3. Untersuchungstermin
C=Differenzwerte vom 1. zum 3. Untersuchungstermin
MD=Mittelwert der Differenzen
sd=Standardabweichung
p=Wahrscheinlichkeit

Zwischen zweiter und dritter Untersuchung wird eine signifikante, zwischen den restlichen Untersuchungen eine hochsignifikante Verbesserung erkennbar.

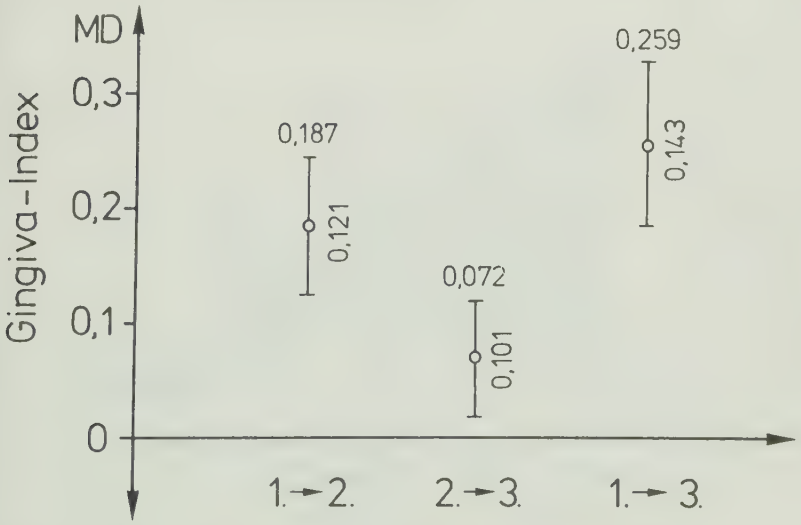


Abbildung 11: Mittelwerte der Veränderungen
und ihre Standardabweichungen

4.2.3 Sulcus-Blutungsindex (Mühlemann & Son)

4.2.3.1 Absolutwerte

	M	s
Anfangsuntersuchung	0,451	0,264
Zwischenuntersuchung	0,295	0,180
Enduntersuchung	0,127	0,096

Tabelle 13: M=Mittelwert; s=Standardabweichung

Die Grafik macht auch hier eine starke Verbesserung deutlich.

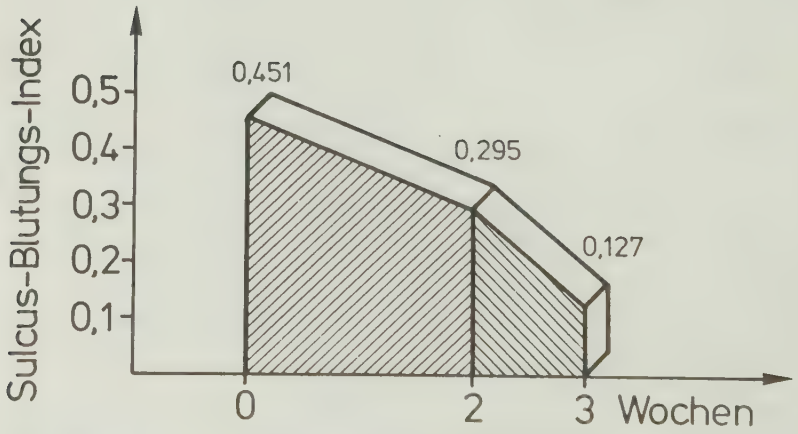


Abbildung 12: Mittelwerte des Sulcus-Blutungsindex nach 0, 2 und 3 Wochen

4.2.3.2 Veränderungen

	MD	sd	p	Signifikanz
A 1->2	0,158	0,138	0,000	***
B 2->3	0,168	0,122	0,000	***
C 1->3	0,327	0,204	0,000	***

Tabelle 14:
A=Differenzwerte vom 1. zum 2. Untersuchungstermin
B=Differenzwerte vom 2. zum 3. Untersuchungstermin
C=Differenzwerte vom 1. zum 3. Untersuchungstermin
MD=Mittelwert der Differenzen
sd=Standardabweichung
p=Wahrscheinlichkeit

Die Blutungsneigung der Gingiva verbesserte sich hochsignifikant während des gesamten Untersuchungszeitraums.

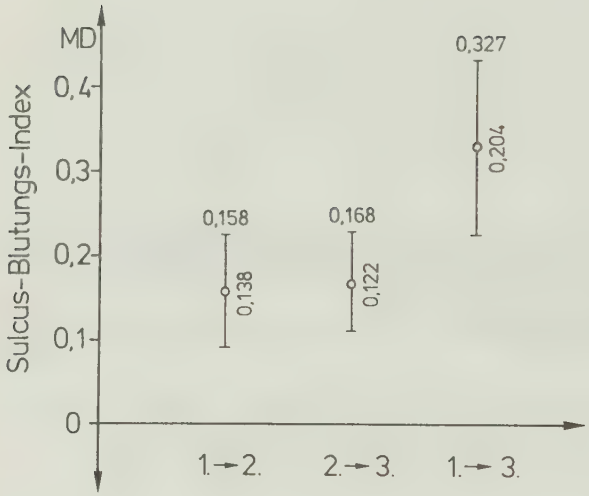


Abbildung 13: Mittelwerte der Veränderungen des Sulcus-Blutungsindex und ihre Standardabweichungen

4.3 Vergleich der beiden Versuchsgruppen

Zum Vergleich der Indices zu gleichen Zeitpunkten zwischen den beiden Versuchsreihen wurden von der Gruppe 'Zahnmediziner' 10 zufällig ausgesuchte und von der Gruppe 'Nicht-Zahnmediziner' alle 12 statistisch ausgewertet. Dazu diente der t-Test für unabhängige Stichproben. Es wurden die Mittelwerte der einzelnen Indices auf ihre Übereinstimmung zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten getestet.

4.3.1 Plaque-Index

	Mz	sz	Mn	sn	p	Signifikanz
A	0,368	0,153	0,651	0,340	0,012	**
Z	0,393	0,119	0,450	0,193	0,079	*
E	0,289	0,125	0,315	0,161	0,228	n.s.

Tabelle 15:
A=Anfangsuntersuchung
Z=Zwischenuntersuchung
E=Enduntersuchung
Mz=Mittelwerte der Zahnmediziner
Mn=Mittelwerte der Nicht-Zahnmediziner
sz, sn = jeweilige Standardabweichungen
p=Wahrscheinlichkeit

Die graphische Darstellung zeigt eine deutliche Verringerung der Differenzen, so daß sich die Mittelwerte zum Abschluß der Untersuchung nicht mehr signifikant unterscheiden.

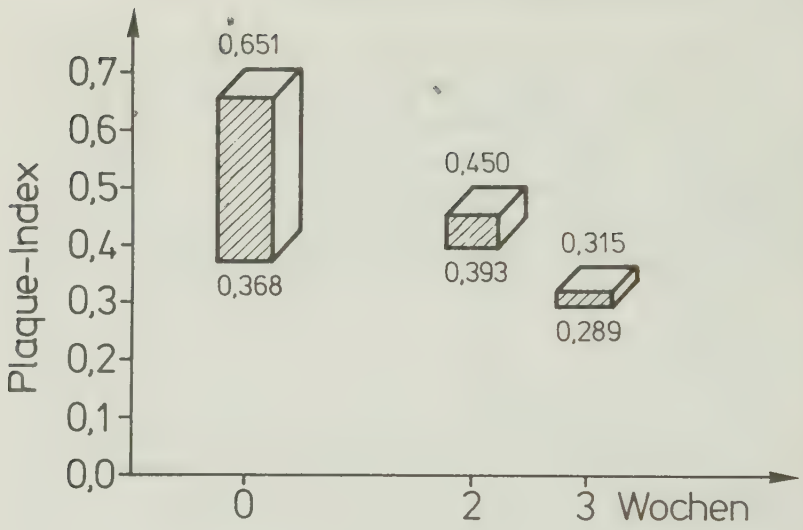


Abbildung 14: Differenzen der Mittelwerte der Plaque-Indices der einzelnen Versuchsgruppen nach 0, 2 und 3 Wochen

4.3.2 Gingiva-Index

	Mz	sz	Mn	sn	p	Signifikanz
A	0,079	0,032	0,380	0,179	0,000	***
Z	0,085	0,043	0,193	0,113	0,004	***
E	0,061	0,047	0,121	0,070	0,121	n.s.

Tabelle 16:
A=Anfangsuntersuchung
Z=Zwischenuntersuchung
E=Enduntersuchung
Mz=Mittelwerte der Zahnmediziner
Mn=Mittelwerte der Nicht-Zahnmediziner
sz, sn = jeweilige Standardabweichungen
p=Wahrscheinlichkeit

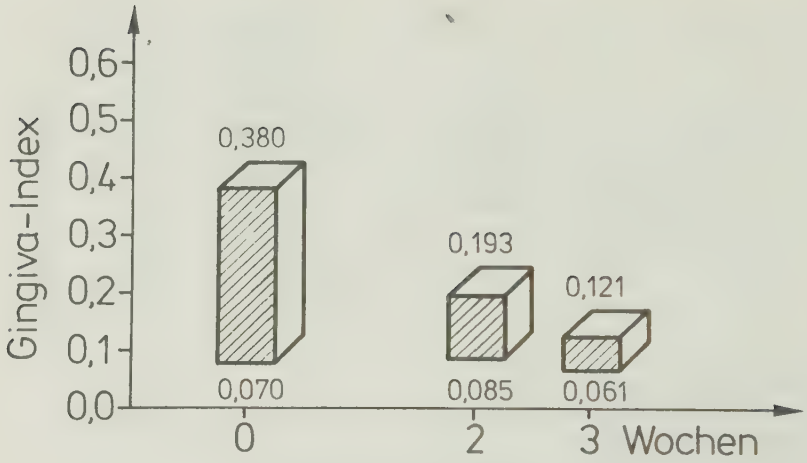


Abbildung 15: Differenzen der Mittelwerte der Gingiva-Indices der einzelnen Versuchsgruppen nach 0, 2 und 3 Wochen

Auch hier zeichnet sich eine deutliche Verringerung der Differenzen bis zur Abschlußuntersuchung ab. Die Abschlußuntersuchungen zeigten keine signifikanten Unterschiede mehr.

4.3.3 Sulcus-Blutungsindex

	Mz	sz	Mn	sn	p	Signifikanz
A	0,144	0,114	0,454	0,264	0,009	***
Z	0,106	0,091	0,295	0,180	0,025	**
E	0,072	0,083	0,127	0,096	0,336	n.s.

Tabelle 17:
A=Anfangsuntersuchung
Z=Zwischenuntersuchung
E=Enduntersuchung
Mz=Mittelwerte der Zahnmediziner
Mn=Mittelwerte der Nicht-Zahnmediziner
sz, sn = jeweilige Standardabweichungen
p=Wahrscheinlichkeit

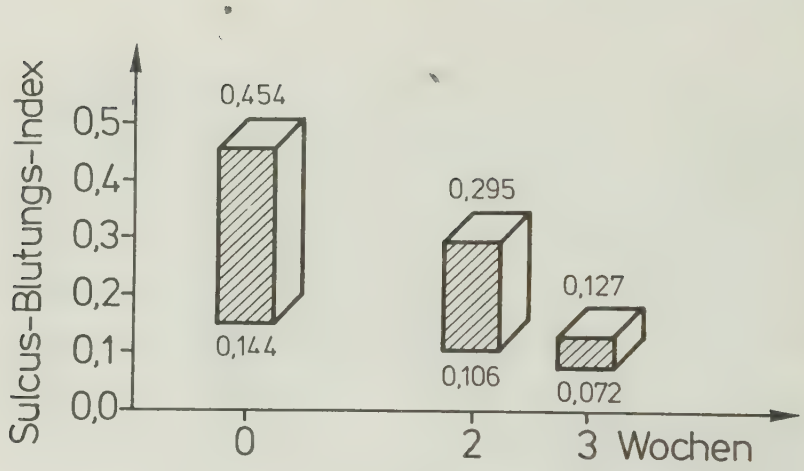


Abbildung 16: Differenzen der Mittelwerte der Sulcus-Blutungsindices der einzelnen Versuchsgruppen nach 0, 2 und 3 Wochen

Analog zu den ersten beiden Vergleichen verringert sich die Differenz bis zur Abschlußuntersuchung auf Werte, die sich nicht mehr signifikant unterscheiden.

5. Diskussion der Ergebnisse

In der Versuchsreihe 'Zahnmediziner' waren die sehr niedrigen Werte der Indices in den Anfangsuntersuchungen auffällig. Da zu diesem Zeitpunkt jeder seine individuelle Mundhygieneutensilien benutzt hatte, läßt sich daraus schließen, daß die Probanden durch gute Putztechniken bereits eine relativ gute Mundhygiene betrieben.
Ausgehend von diesen niedrigen Anfangswerten ist eine Verminderung der Plaque und der Gingivitiden nur noch in sehr begrenztem Umfang möglich. So läßt sich erklären, daß in den Untersuchungen zu keinem Zeitpunkt signifikante Veränderungen auftraten.
Daß der Plaque-Index sogar schlechter wurde, kann dahingehend interpretiert werden, daß nach Aussage vieler Probanden die sehr stark adstringierende Wirkung der Zahnpasta als störend empfunden wurde und daher die Dauer und Intensität des Putzens unwillkürlich verkürzt worden sein kann.
Daß die Indices zur Erfassung des Zustandes der Gingiva eher eine Verbesserung zeigten, könnte auf die gingivotropen Zusätze der Paste zurückgeführt werden. Diese Aussage darf jedoch nicht überbewertet werden, da die Untersuchung keinerlei Signifikanzen aufweist.

Die zweite Untersuchung, die mit 'Nicht-Zahnmedizinern' durchgeführt wurde, ergab hochsignifikante Verbesserungen ($p<1\%$) in sieben Fällen und signifikante Verbesserungen ($p<5\%$) in zwei Fällen. Dabei wurden beim Plaque-Index Verbesserungen von etwa 52% gefunden und ein Rückgang der Entzündungsneigung, der zwischen 72% (SBI) und 68% (GI) lag. Dies deutet eindeutig auf eine erfolgreiche Rezeptur der Zahnpasta hin.
Wie in der ersten Versuchsreihe sticht auch hier die deutliche Verbesserung der Entzündungsneigung der Gingiva

heraus. Dies kann zweifellos den Zusätzen Chlorhexidin, Allantoin und Bisabolol zugerechnet werden, die in dieser Untersuchung erneut ihre gute gingivotrope Wirkung bewiesen haben.
Jedoch klagten auch in diesem Teil der Untersuchung viele der Probanden über einen unangenehmen Geschmack und das starke Schäumen der Zahnpasta.
Positiv über den Geschmack äußerten sich in beiden Gruppen nur wenige.
Ein Proband, der über empfindliche Zahnhälse klagte, bemerkte eine Verbesserung seiner Hypersensibilität während der Untersuchung. Dies hängt wahrscheinlich mit dem Wirkstoff Aluminiumlactat zusammen, der der Paste allerdings auch den stark adstringierenden Aspekt verleiht.

Beim Vergleich der beiden Probandengruppen fällt auf, daß sich der Mundhygienestatus der 'Nicht-Zahnmediziner' nach anfänglich hochsignifikant schlechteren Werten innerhalb drei Wochen auf das annähernd gleiche Niveau der 'Zahnmediziner' steigt. Dies legt die Vermutung nahe, daß sich hier allein durch die Rezeptur der Paste ein derart großer Reinigungseffekt erzielen ließ (ohne daß die 'Nicht-Zahnmediziner' in dieser Zeit eine Mundhygieneinstruktion erhalten hatten), der dem von motivierten, manuell geübten Personen entspricht.
Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, daß die im Versuch involvierten 'Nicht-Zahnmediziner' sich eventuell veranlaßt gefühlt hatten, aus psychologischen Gründen während des Versuches unbewußt intensiver zu bürsten.

In einer weiteren Untersuchung von Zaiss (1987) wurde eine Zahnpasta (Lacalut 'Fluor Frisch') unter identischen Voraussetzungen getestet. Sie unterschied sich in der Zusammensetzung von der hier genannten:

	'Activ'	'Fluor-Frisch'
Aminfluorid	---	0,030 g/100g
Aluminiumfluorid	0,136 g/100g	0,119 g/100g
Allantoin	0,2 g/100g	
a-Bisabolol rac	0,05 g/100g	

		0,149 g/100g

Die Ergebnisse der Untersuchungen gleichen sich im großen und ganzen. In der Versuchsreihe 'Nicht-Zahnmediziner' konnten bei Zaiss (1987) Reduktionswerte zwischen 37% beim Gingiva-Index, 71% beim Plaque-Index und 84% beim Sulcus-Blutungsindex gefunden werden.
Die Versuchsreihe 'Zahnmediziner' brachte auch bei Zaiss (1987) keine signifikanten Veränderungen.
Über die Effektivität der Fluoridzusätze in den Pasten läßt sich im Rahmen dieser Untersuchungen nur eine begrenzte Aussage machen. Sinnvoll wäre es in diesem Zusammenhang, die Kariesmorbidität in einer mehrjährigen Studie zu beurteilen.

6. Zusammenfassung

In zwei klinischen Versuchsreihen sollte eine Zahnpasta, die außer Aluminiumfluorid noch Aluminiumlactat (0,8g/100g), Chlorhexidin (0,04g/100g), sowie Allantoin (0,2g/100g) und Bisabolol (0,05g/100g) enthielt, auf ihre plaque-reduzierende und gingivo-therapeutische Wirksamkeit untersucht werden.

Dazu wurden 20 Zahnmedizinstudenten der Universität Tübingen und 12 Nicht-Zahnmediziner aus dem Raum Schorndorf herangezogen. Alle wurden angehalten, während der Versuchsdauer von drei Wochen ihre normalen Putzgewohnheiten beizubehalten.

Im Doppelblindversuch wurden in einer Anfangsuntersuchung, nach zwei und nach drei Wochen jeweils der Plaque-Index (nach Silness-Löe), der Gingiva-Index (nach Silness-Löe) und der Sulcus-Blutungsindex (nach Mühlemann & Son) aufgenommen.

Bei den Zahnmedizinern zeigte sich nach sehr niedrigen Anfangswerten keine Veränderung der Indices, während bei den Nicht-Zahnmedizinern zu allen Zeitpunkten hochsignifikante Verbesserungen stattfanden.

Der Plaque-Index reduzierte sich vom anfänglichen Wert von 0,651 auf 0,315. Der Gingiva-Index ging von 0,380 auf 0,121 herunter und der Sulcus-Blutungsindex verringerte sich von 0,454 auf 0127.

Auffällig war beim Vergleich der beiden Probandengruppen, daß die Nicht-Zahnmediziner am Ende der drei Wochen nahezu identische Indexwerte wie die Zahnmediziner erzielten, was in diesem Fall ohne spezielle Putztechnik, sondern nur durch die Wirkung der einzelnen Wirkstoffe bzw. derer Kombination erreicht wurde.

Nicht zu vernachlässigen ist jedoch die stark adstringierende und schäumende Wirkung der Zahnpasta, die von vielen Probanden als unangenehm empfunden wurde.

7. Tabellenanhang

Der nachfolgende Tabellenanhang stellt die einzelnen Indexwerte aller Probanden zusammen. Die zehn Zahnmediziner, die zum Vergleich mit den Nicht-Zahnmedizinern herangezogen wurden, sind mit * gekennzeichnet.
Es bedeuten:

A = Anfangsuntersuchung
Z = Zwischenuntersuchung
E = Enduntersuchung
PI = Plaque-Index
GI = Gingiva-Index
SBI = Sulcus-Blutungsindex

1) Zahnmediziner
2) Zahnmediziner

7.1 Zahnmediziner

Untersuchungs-person		PI	GI	SBI
R.E. *	A	0.348	0.071	0.111
	Z	0.277	0.107	0.027
	E	0.187	0.089	0.083
U.G. *	A	0.357	0.089	0.056
	Z	0.464	0.045	0.167
	E	0.419	0.134	0.111
Ul.G. *	A	0.759	0.083	0.222
	Z	0.536	0.161	0.111
	E	0.491	0.125	0.278
A.G.	A	0.500	0.125	0.027
	Z	0.580	0.151	0.000
	E	0.759	0.116	0.139
J.H. *	A	0.390	0.100	0.250
	Z	0.420	0.120	0.167
	E	0.440	0.100	0.083
F.H. *	A	0.336	0.144	0.389
	Z	0.250	0.115	0.305
	E	0.250	0.029	0.083
E.J. *	A	0.185	0.037	0.055
	Z	0.222	0.046	0.027
	E	0.194	0.019	0.000

Tabelle 18

Untersuchungs-person		PI	GI	SBI
K.K.	A	0.086	0.000	0.028
	Z	0.300	0.000	0.000
	E	0.048	0.009	0.000
M.L.	A	0.321	0.100	0.167
	Z	0.375	0.036	0.278
	E	0.294	0.044	0.278
A.L.	A	0.527	0.018	0.056
	Z	0.687	0.035	0.138
	E	0.767	0.018	0.138
D.M. *	A	0.303	0.045	0.000
	Z	0.527	0.107	0.083
	E	0.241	0.062	0.000
K.P. *	A	0.417	0.046	0.111
	Z	0.463	0.028	0.000
	E	0.342	0.018	0.028
T.P.	A	0.080	0.017	0.000
	Z	0.053	0.017	0.000
	E	0.300	0.017	0.083
W.R. *	A	0.343	0.080	0.139
	Z	0.295	0.054	0.056
	E	0.134	0.018	0.056

Tabelle 18 (Fortsetzung)

Untersuchungs-person		PI	GI	SBI
D.R.	A	0.056	0.000	0.000
	Z	0.100	0.000	0.000
	E	0.018	0.000	0.000
F.S.	A	0.259	0.000	0.000
	Z	0.149	0.000	0.000
	E	0.389	0.000	0.000
H.S. *	A	0.241	0.098	0.111
	Z	0.473	0.071	0.111
	E	0.188	0.018	0.000
T.W.	A	0.428	0.000	0.027
	Z	0.312	0.009	0.222
	E	0.866	0.026	0.167
To.W.	A	0.446	0.000	0.000
	Z	0.542	0.000	0.000
	E	0.480	0.009	0.027
D.W.	A	0.232	0.090	0.028
	Z	0.357	0.100	0.056
	E	0.348	0.259	0.000

Tabelle 18 (Fortsetzung)

7.2 Nicht-Zahnmediziner

Untersuchungs-person		PI	GI	SBI
H.B.	A	0.598	0.330	0.333
	Z	0.375	0.188	0.055
	E	0.303	0.017	0.055
T.E.	A	1.351	0.500	0.778
	Z	0.907	0.481	0.527
	E	0.657	0.213	0.222
M.K.	A	0.148	0.000	0.056
	Z	0.194	0.000	0.056
	E	0.157	0.009	0.056
A.M.	A	1.057	0.586	0.500
	Z	0.673	0.288	0.361
	E	0.615	0.250	0.278
A.N.	A	0.583	0.546	0.833
	Z	0.389	0.157	0.444
	E	0.231	0.120	0.139
S.S.	A	1.030	0.430	0.556
	Z	0.410	0.290	0.417
	E	0.260	0.100	0.222
T.S.	A	0.323	0.427	0.389
	Z	0.343	0.281	0.417
	E	0.198	0.167	0.056

Tabelle 19

Untersuchungs-person		PI	GI	SBI
H.S.	A	0.634	0.187	0.306
	Z	0.330	0.018	0.139
	E	0.276	0.089	0.027
K.S.	A	0.528	0.472	0.444
	Z	0.453	0.352	0.250
	E	0.203	0.102	0.083
B.T.	A	0.510	0.145	0.167
	Z	0.313	0.114	0.194
	E	0.198	0.125	0.056
D.W.	A	0.384	0.473	0.250
	Z	0.393	0.143	0.133
	E	0.348	0.107	0.056
T.Z.	A	0.669	0.464	0.889
	Z	0.616	0.303	0.556
	E	0.339	0.151	0.278

Tabelle 19 (Fortsetzung)

8. Literaturverzeichnis

Addy, M., Bates, J.F.: The Effect of Partial Dentures and Chlorhexidiniumgluconate Gel on Plaqueaccumulation in the Absence of Oral Hygiene.
J Clin Periodontol **4**, 41 (1977)

Albers, H.-K., Jung, G., Gölze, W.: Klinische und histologische Untersuchungen über den Einfluß einer netzmittelhaltigen Zahnpaste auf die Gingiva.
Dtsch Zahnärztl Z **33**, 59 (1978)

Arnold, M.: Ein Beitrag und Hinweise zu Fragen der konstruktiven Zweckmäßigkeit, 'Lebensdauer' und des sinnvollen Gebrauchs der Zahnbürste.
Dtsch Stomat **18**, 442 (1968)

Arnold, M., Trost, G.: Über die Abhängigkeit des Putzeffekts von verschiedenen Formen des Zahnbürstenkopfes.
Dtsch Stomat **22**, 46 (1972)

Asikainen, S., Sandholm, L., Sandman, S., Ainamo, J.: Gingival Bleeding after Chlorhexidine Rinses with or without Mechanical Oral Hygiene.
J Clin Periodontol **11**, 87 (1984)

Axelsson, P, Lindhe, J.: Effect of Controlled Oral Hygiene Procedures on Caries and Periodontal Disease in Adults.
J Clin Periodontol **5**, 133 (1978)

Barbakow, F., Sener, B., Imfeld, T.: In Vitro Fluoride Uptake by Human Enamel after Brushing with an Amine Fluoride Gel and Subsequent Loss of Fluoride by Water Washing.
Schweiz Mschr Zahnheilk **94**, 1275 (1984)

Barnarius, R., Mieler, J., Singert, M.: Untersuchungen über den Reinigungseffekt von Zahnbürsten und Zahnpasten.
Dtsch Stomat **17**, 598 (1967)

Bay, I., Kardel, K.M., Skougaard, M.: Quantitative Evaluation of the Plaque Removing Ability of Different Types of Toothbrushes.
J Periodont **38**, 526 (1967)

Berg, L., Becker, W., Becker, B.E.: Über die Benutzung von Indikatorzähnen zur Bestimmung des paradontalen Gesundheitszustandes der gesamten Mundhöhle.
Int J Parodont Rest Zahnheilk **4**, 46 (1984)

Beyeler, K., Moser, M.: Zahnabrasionen, Zahnfleischverletzungen und tägliche Mundhygiene.
Dtsch Zahnärztl Z **15**, 1443 (1960)

Black, G.V.: Dr. Black's Conclusions Reviewed Again.
Dent Cosmos **40**, 440 (1898)

Blot-Calmy, B.: Prophylaxe und intraorale Plaque-PH-Telemetrie.
Zahnärztl Prax **37**, 252 (1986)

Bößmann, K.: Bildung, Zusammensetzung und Stoffwechsel der Plaque und ihre ätiologische Bedeutung für die Entstehung von Karies.
Kariesprophylaxe **1**, 3 (1979)

Bößmann, K.: Wirkstoffe in Zahnpasten. Vortrag auf der Fortbildungstagung für Paten- und Jugendzahnärzte in Baden-Württemberg am 13.06.1985.

Breitenmoser, J., Mörmann, W., Mühlemann, H.R.: Zahnfleischverletzung durch Zahnbürstenborsten.
Schweiz Mschr Zahnheilk **88/1**, 79 (1978)

Brudevolt, F., Chilton, N.W.: Comparative Study of a Fluoride Dentifrice Containing Soluble Phosphate and a Calciumfree Abrasive: Second Year Report.
J Am Dent Ass **72**, 889 (1966)

Caldwell, R.C., Sandham, H.J., Mann, W.V., Finn, S.B., Formicola, A.J.: The Effect of a Dextranase Mouthwash on Dental Plaque in Young Adults and Children.
J Am Dent Ass **82**, 124 (1971)

Cella, J.A., Eggenberger, D.N., Noel, D.R., Harrimann, L.A, Harwood, H.J.: The Relation of Structure and Critical Concentration to the Bactericidal Concentration to the Bactericidal Activity of Quarternary Amonium Salts.
J Amer Chem Soc **74**, 2061 (1952)

Christensen, F., Kilian, M.: The Effect of Chlorhexidine and Some Other Detergents on the Activity of Dextransucrase from Streptococcus Mutans.
Acta Odont Scand **35**, 119 (1977)

Ciancio, S.G., Mather, M.L., Bunnell, H.L.: Evaluation of Quarternary Amonium Containing Mouth Rinses.
J Periodont **46**, 397 (1975)

Compton, F.H., Beagrie, B.S.: Inhibitory Effect of Benzethonium and Zincchloride Mouth Rinses on Human Plaque and Gingivitis.
J Clin Periodontol **2**, 33 (1975)

Conroy, C.W., Melfi, R.C.: Comparison of Automatic and Hand Toothbrushes: Cleaning Effectiveness for Children.
J Dent Child **33**, 219 (1966)

De Boer, P., Dwinkeln, A.S.H., Arends, J.: Influence of Toothpaste Particle Size and Toothbrush Stiffness on Dentin Abrasion.
Caries Res **19**, 232 (1985)

De Paola, P.F., Jordan, H.V., Berg, J.: Temporary Suppression of Streptococcus Mutans in Humans through Topical Application of Vancomycin.
J Dent Res **53**, 108 (1974)

De Paola, P.F., Jordan, H.V., Soparkar, P.M.: Inhibition of Dental Caries in School Children by Topically Applied Vancomycine.
Arch Oral Biol **22**, 187 (1977)

De Trey, E.R.: Einfluß der Borstensteifheit von Zahnbürsten auf Kraftausübung, Gingivatraumatisierung, Plaqueentfernung.
Schweiz Mschr Zahnheilk **93**, 1007 (1983)

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Normenausschuß Dental: DIN-Entwurf Nr. 13917 vom Februar 1979.

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Bericht über die Sitzung des Arbeitsausschusses Zahnbürsten am 30. April 1985.

Dreyfus, S.: Über ein Prüfverfahren zur Feststellung der Abrasionswirkung von Zahnbürsten.
Schweiz Mschr Zahnheilk **62**, 216 (1952)

Engelmann, U., Kleber, M., Grabe, H.-G., Seddig, M., Weigt, D.: Ein Beitrag zur Notwendigkeit des Chlorhexidins.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk **69**, 248 (1981)

Fiedler, H.P.: Allantoin - Eigenschaften und Wirkung. Eine Übersicht. (Sonderdruck Heft 2, März/April 1985)
Ärztliche Kosmetologie **15**, 87 (1985)

Franz, G.: Abrasionswirkung von Zahnpasten nach Putzversuchen im Mund.
Dtsch Zahnärztl Z **37**, 890 (1982)

Gabathuler, H., Hassel, T.: A Pressure-Sensitive Periodontal Probe.
Helv Odont Acta **15**, 114 (1971)

Gängler, P., Staab, W.: Klinisch kontrollierte Zweijahresstudie zur Plaquekontrolle mit Chlorhexidindigluconat und H_2O_2 bei Periodontitis marginalis.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk **73**, 253 (1985)

Gertenrich, R.L., Lewis, M.J.: A Study of Automatic and Hand Toothbrushing as Used on Retarded or Handicapped Patients.
J Dent Child **34**, 145 (1967)

Grace Worms Technical Center: Abrasivity Measurements of Dentifrices.
Report No. S 8104 S, September 1981.

Green, A., Rosenstein, S.N., Parks, A., Kutscher, A.H.: The Electric Toothbrush as an Adjunct in Maintaining Oral Hygiene in Handicapped Patients.
J Dent Child **29**, 169 (1962)

Gülzow, H.J., Busse, G.: Klinisch experimentelle Wirksamkeit verschiedener Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel.
Dtsch Zahnärztl Z **25**, 1126 (1970)

Gülzow, H.-J.: Vergleichende Untersuchungen über den Reinigungseffekt von Kurzkopfbürsten mit unterschiedlichen Borstenfeldern.
Dtsch Zahnärztl Z **30**, 576 (1975)

Gülzow, H.-J.: Methoden und Hilfsmittel in der täglichen Mundhygiene. In **Peters, S.:** Prophylaxe: Ein Leitfaden für die zahnärztliche Praxis.
Quintessenz Verlag: Berlin, 1978

Heath, J.R., Wilson, H.J.: Classification of Toothbrush Stiffness by a Dynamic Method.
Br Dent J **130**, 59 (1971)

Hoffman, S., Tow, H.J., Cole, J.S.: Antiplaque Potential of Topical Stannous Fluoride.
J Dent Res **56**, 709 (1977)

Hoyt, W.H., Bibby, B.G.: Use of Sodium Fluoride for Desensitizing Dentin.
J Am Dent Ass **30**, 1372 (1943)

Jensen, S.B.: Untersuchungen über neue Möglichkeiten zur Plaquebeseitigung.
Dtsch Zahnärztl Z **27**, 246 (1972)

Katz, S.: The Use of Fluoride and Chlorhexidine for the Prevention of Radiation Caries.
J Am Dent Ass **104**, 164 (1982)

Kinkel, H.-J.: Zum Einfluß der Zahncreme 'Lacalut' auf die Kariesfrequenz.
Zahnärztl Welt **69**, 231 (1968)

Kinkel, H.-J., Stolte, G.: Zur Wirkung einer natriummonofluorphosphat- und bromchlorophenhaltigen Zahnpasta im chronischen Tierexperiment und auf die Karies bei Kindern während eines zwei Jahre langen unüberwachten Gebrauches.
Dtsch Zahnärztebl **22**, 455 (1968)

Klimm, W.: In vitro Untersuchung über die antimikrobielle Wirkung von Chlorhexidindigluconat auf kariesinduzierende Plaquestreptokokken.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk **70**, 605 (1982)

König, K.: Kariesprophylaxe durch lokale Fluoranwendung.
Schweiz Mschr Zahnheilk **77**, 555 (1967)

König, K.: Kariesreduktion durch fluoridierte Zahnpasten.
Zahnärztl Mitt **67**, 737 (1977)

Lange, D.E., Lubbert, H., Alai Omid, A.: Über die Beeinflussung der gingivalen Entzündung durch Wirkstoffzusätze in Zahnpasten.
Dtsch Zahnärztl Z **30**, 382 (1975)

Lange, D.E.: Über den Einfluß verschiedener Zahnbürstentypen auf die Gingivaoberfläche.
Zahnärztl Mitt **67**, 729 (1977a)

Lange, D.E.: Über die gingivotherapeutische Wirksamkeit von 'medikamentösen' Zusätzen zu Zahnpasten.
Zahnärztl Mitt **67**, 741 (1977b)

Lange, D.E., Fork, R.: Über die Plaquereduktion durch Multibüschel-Bürsten in Verbindung mit elektrischen Zahnbürsten.
Dtsch Zahnärztl Z **33**, 84 (1978)

Lebensmittel und Bedarfsgegenständegesetz, Gesetz zur Gesamtreform des Lebensmittelrechts (GRLMG) vom 15.8.1974 §4.
Heymans-Verlag: Köln, 1974

Löe, H., Silness, J.: Periodonatal Disease in Pregnancy. I: Prevalence and Severity.
Acta Odont Scand **21**, 533 (1963)

Löe, H., Silness, J.: Periodontal Disease in Pregnancy. II: Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condition.
Acta Odont Scand **22**, 121 (1964)

Löe, H.: The Gingival-Index, the Plaque-Index and the Retentionindex-Systems.
J Periodont **38**, 610 (1967)

Löe, H.: Does Chlorhexidine Have a Place in the Prophylaxis of Dental Disease?
J Periodont Res **8**, 93 (1973) Supple 12

Löe, H., Schiött, C., Glavind, K., Karring, T.: Two Years of Oral Use of Chlorhexidine in Man. I. General Design and Clinical Effects.
J Periodont Res **11**, 135 (1976)

Lösche, W.J., Murray, R.J., Melberg, J.R.: The Effect of Topical Fluoride on Percentage of S. Mutans and S. Sanguis in Interproximal Plaque Samples.
Caries Res **7**, 283 (1973)

Lukomsky, E.H.: Fluoride Therapy for Exposed Dentin and Alveolar Atrophy.
J Dent Res **20**, 649 (1941)

Marthaler, T.M.: Karieshemmung durch Aminfluoridzahnpasten nach 7 jähriger Studiendauer.
Schweiz Mschr Zahnheilk **78**, 134 (1968)

Massler, M., Schour, J., Copra, B.: Occurrences of Gingivitis in Children.
J Periodont **21**, 146 (1950)

McCauley, H.B.: Toothbrushes, Toothbrush Materials and Design.
J Am Dent Ass **33**, 283 (1946)

McFarlane, D.W.: The Stiffness of Tooth Brushes.
Br Dent J **79**, 179 (1945)

Miller, W.D.: The Microorganisms of the Human Mouth.
(Unaltered Reprint of the Original Work by Willoughby D. Miller, 1853-1907; published in 1890 in Philadelphia)
S. Karger Verlag: Basel, 1973

Montag, R., Gängler, P.: Effektivitätsnachweis der Plaque-Hemmung durch Chlorhexidinmundspülungen.
Dtsch Stomat **34**, 348 (1984)

Mühlemann, H., Son, S.: Gingival Sulcus Bleeding - a Leading Symptom in Initial Gingivitis.
Helv Odont Acta **15**, 107 (1971)

Mühlemann, H.R.: Einführung in die orale Präventivmedizin.
Hans Huber Verlag: Bern, Stuttgart, Wien, 1974a

Mühlemann, H.R.: Die Zahnpaste - die Wirkung der Mundhygiene, Scriptum III, Fortbildungskurs St. Moritz. Orale Präventivmedizin 1974b

Mühlemann, H.R.: Zahnpasten und neue Abrasivstoffe. In: Individuelle und orale Präventivmedizin. Fortbildungskurs, Zahnärztl. Inst., Zürich 2./3. März 1978

Murray, J.J.: Fluorides in Caries Prevention. John Wright & Sons LTD: Bristol, 1967

Naylor, M.N., Emslie, R.D.: Clinical Testing of Stannous Fluoride and Sodiummonofluorphosphate Dentifrices in London School Children. Br Dent J **123**, 17 (1967)

Netuschil, L., Michou, A.-M., Riethe, P.: Besteckungsmaterialien und Fremdauflagerungen: vergleichende bakteriologische Untersuchungen. Kariesprophylaxe **3**, 25 (1981)

Neumann, G., Grözinger, H.: Untersuchungen über Gehalt und Stabilität von bioverfügbaren Fluoridionen in Zahnpasten. Kariesprophylaxe **2**, 51 (1979)

Newesely, H.: Bewertung der Abrasivität von Zahnpflegemitteln und ihrer Auswirkung auf die beteiligten Gewebe. Dtsch Zahnärztl Z **40**, 767 (1985)

Newesely, H.: Wie abrasiv sollen Zahnpflegemittel sein? Zahnärztl Welt **95**, 534 (1986)

Pader, M.: Dentifrices: Perspectives. Cosmetics and Toiletries **97**, 40 (1982)

Parsons, J.C.: Chemotherapy of Dental Plaque, a Review. J Periodont **45**, 177 (1974)

Pflug, F.: Vergleich zweier Zahnpasten mit unterschiedlichem Netzmittelgehalt. Med Diss Tübingen, 1982

Plagmann, H.-C., Goldkamp, B., Lange, D.E., Morgenroth, K.: Über die mechanische Beeinflussung der Alveolarmucosa und der Gingiva durch verschiedene Zahnbürstentypen (Rasterelektromikroskopische Untersuchung) Dtsch Zahnärztl Z **33**, 14 (1978)

Ramfjord, S.P.: Indices for Prevalence and Incidence of Periodontal Disease. J Periodont **30**, 51 (1959)

Regolati, B., Schait, A., Schmid, R., Marthaler, T.M., Mühlemann, H.R.: Effect of Aluminium and Fluoride on Caries. Fluorine Content and Dissolution of Rat Molars. Helv Odont Acta **13**, 59 (1969)

Renggli, H.H., Mühlemann, H.R., Rateitschak, K.H.: Parodontologie. Gesundes Parodont, Epidemiologie, Ätiologie, Diagnostik, Prophylaxe und Therapie parodontaler Erkrankungen. 3. Auflage. Thieme Verlag: Stuttgart, 1984

Riethe, P.: Untersuchungen über die Wirksamkeit von Mundpflegemitteln. Dtsch Zahnärztl Z **20**, 134 (1965a)

Riethe, P.: Die Gingiva unter dem Einfluß konventioneller und elektrischer Zahnbürsten. Dtsch Zahnärztl Z **15**, 257 (1965b)

Riethe, P.: Die Quintessenz der Mundhygiene. Quintessenz-Verlag: Berlin, 1974

Riethe, P.: Zahnpasten - kosmetische, prophylaktische oder therapeutisch-prophylaktische Mittel. I. Zahnärztl Mitt **66**, 1083 (1976)

Riethe, P., Stoll, B.: Über den Einfluß von Chlorhexidiniumdigluconat auf Plaque und Gingivitis. Dtsch Zahnärztl Z **32**, 753 (1977)

Riethe, P.: Klinisch-experimentelle Untersuchungen über den Putzeffekt einer V- und Multi-Tuft-Bürste mit H_2O. Zahnärztl Mitt **67**, 723 (1977)

Riethe, P.: Über die karieshemmende Wirkung eines Aluminiumfluoridkomplexes und des Aluminiumlaktats im Tierexperiment. Dtsch Zahnärztl Z **34**, 16 (1979)

Riethe, P., Schmelzle, R., Schwenzer, N.: Arzneimitteltherapie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Thieme-Verlag: Stuttgart, 1980

Riethe, P., Schmelzle, R., Schwenzer, N.: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Bd. 4: Konservierende Zahnheilkunde und Mundschleimhauterkrankungen. Thieme-Verlag: Stuttgart, New York, 1985

Rotgans, J., Schmalz, G.: Der Effekt einer amyloglucosidase- und glucoseoxidase-enthaltenden Zahnpaste auf Plaquebildung und Gingivitis. Dtsch Zahnärztl Z **32**, 755 (1977)

Rotgans, J.: Über ein antibakterielles System im Speichel. Dtsch Zahnärztl Z **33**, 280 (1978)

Rotgans, J.: Die Bedeutung des Speichels bei der Entstehung der Karies. Kariesprophylaxe **1**, 57 (1979)

Sachs, L.: Angewandte Statistik. 4. Auflage
Springer Verlag: Berlin, 1974

Sauerwein, E.: Traktat über die Zahnbürste.
Dtsch Zahnärztl Z **17**, 121 (1962)

Schäken, M.J.M., De Jong, M.H., Franken, H.C.M., Van Der Hoeven, J.S.: Effect of Chlorhexidine and Iodine on the Composition of the Human Dental Plaque Flora.
Caries Res **18**, 401 (1984)

Schlegel, D.: Hilfsmittel zur Mundhygiene.
Zahnärztl Mitt **67**, 748 (1977)

Schröder, H.E.: Pathobiologie oraler Strukturen. Zähne, Pulpa, Parodont.
S. Karger Verlag: Basel, 1983

Schubert, H., Arnold, M.: Klinische Studie über den Putzeffekt von Lang- und Kurzkopfzahnbürsten.
Dtsch Stomat **30**, 739 (1980)

Schubert, L.: Zur Ätiologie der singulären chronischen marginalen Parodontitis.
Zahnärztl Welt **64**, 690 (1963)

Stephan, R.M.: Changes in Hydrogen-Ionconcentration on Tooth Surfaces and in Carious Lesions.
J Am Dent Ass **27**, 718 (1940)

Tepe, J.H., Leonard, G.J., Singer, R.E., Gray, J.A., Gibberman, B.P., Mulvihill, J.E.: The Long-Term Effect of Chlorhexidine on Plaque, Gingivitis, Sulcus Depth, Gingival Recession and Loss of Attachment in Beagle Dogs.
J Periodont Res **18**, 452 (1983)

Thomas, A.E., Jamison, H.C.: Effect of SnF_2 Dentifrices on Caries in Children. Two-Year Clinical Study of Supervised Brushing in Children's Homes.
J Am Dent Ass **73**, 844 (1966)

Trautner, K.: Extrazelluläre Glucane aus der Mundhöhle - Struktur und Funktion.
Dtsch Zahnärztl Z **37**, 13 (1982) Suppl.

Treide, A., Klimm, W., Morosowa, L.: Klinische und tierexperimentelle Untersuchungen über den Einfluß lokal applizierten Chlorhexidins auf Plaquebildung, Keimflora und Kariesbefall.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk **68**, 106 (1980)

Treide, A.: In vivo Bestimmung der Fluoridkonzentration der oberflächlichen Schmelzschicht nach Anwendung einer fluoridhaltigen Paste.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk **69**, 233 (1981)

Vowles, J.K.: Assessment of an Automatic Action Toothbrush (Broxodent) in Spastic Children.
Br Dent J **115**, 327 (1963)

Wagner, H.R., Weinert, W.: Klinische Untersuchung der kariesprophylaktischen Wirksamkeit fluoridhaltiger Zahnpasten.
Kariesprophylaxe **3**, 67 (1981)

Westermann, W.: Konservierende Zahnheilkunde und Prophylaxe.
Quintessenz-Verlag: Berlin, 1986

Zaiss, W.: Klinische Prüfung einer Zahnpaste auf der Basis von Aluminiumlactat und Chlorhexidindigluconat.
Med. Diss. Tübingen, 1987

Lebenslauf

Am 18. Juli 1960 wurde ich, Christoph Gaa, als Sohn des Zahnarztes Dr. Friedrich Gaa und seiner Ehefrau Ursula, geb. Semmler, in Göppingen geboren.

Von 1966 bis 1970 besuchte ich die Grundschule in Schorndorf, Baden-Württemberg; 1970 trat ich dort in das Max-Planck-Gymnasium ein.
Nach Abschluß der 10. Klasse verbrachte ich von August 1976 bis Juli 1977 ein Jahr als Austauschschüler in Perrysburg/ Ohio, USA.
Nach meiner Rückkehr erlangte ich am 10. Juni 1980 die Hochschulreife.

Ab Oktober 1980 leistete ich meinen Grundwehrdienst, aus dem ich im November 1981 entlassen wurde.

Von November 1981 bis Februar 1982 studierte ich an der TU Stuttgart Maschinenbau.

Im April 1982 nahm ich in Tübingen das Studium der Zahnheilkunde auf, wo ich im Frühjahr 1983 die Naturwissenschaftliche und im Herbst 1984 die Zahnärztliche Vorprüfung ablegte.
Die Zahnärztliche Prüfung legte ich am 22. Juni 1987 ab.

Druck: Zeeb-Druck, Tübingen 7 (Hagelloch)